



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL  
ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“RESPUESTA DEL RENDIMIENTO Y DE LOS  
COMPONENTES DE LA ARQUITECTURA DE LA PLANTA  
DE FREJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN FUNCIÓN A LA  
DENSIDAD DE SIEMBRA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER  
REYNA ISABEL GONZALES TUESTA**

**TARAPOTO – PERÚ**

**2012**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL  
ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS**

**TESIS**

**“RESPUESTA DEL RENDIMIENTO Y DE LOS  
COMPONENTES DE LA ARQUITECTURA DE LA PLANTA  
DE FREJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN FUNCIÓN A LA  
DENSIDAD DE SIEMBRA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**


**PRESENTADO POR LA BACHILLER  
REYNA ISABEL GONZALES TUESTA**



---

Ing. M.Sc. César Enrique Chappa Sta. María

**Presidente del Jurado**



---

Ing. M.Sc. Guillermo Vásquez Ramírez


**Secretario del Jurado**



---

Ing. Marvin Barrera Lozano

**Miembro del Jurado**



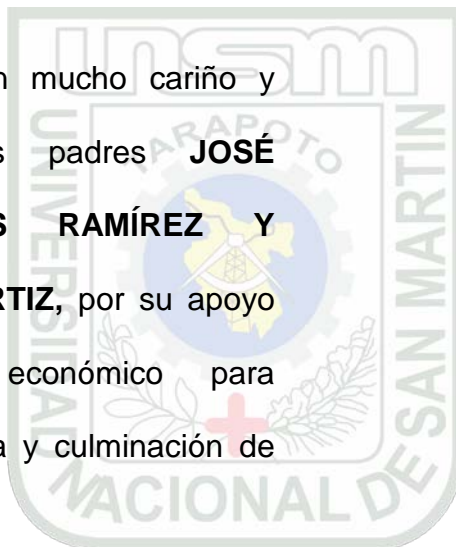
---

Ing. Segundo Darío Maldonado Vásquez

**Asesor de Tesis**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo con mucho cariño y agradecimiento a mis padres **JOSÉ ANTONIO GONZALES RAMÍREZ Y AGARCITH TUESTA ORTIZ**, por su apoyo moral, espiritual y económico para realizarme como persona y culminación de mi carrera profesional.



A mis queridos hermanos, **FRANCO ANTONIO Y GRECIA AZUCENA**, que estuvieron siempre apoyándome y me alentaron hasta culminar con satisfacción mi proyecto de tesis.

Con mucho amor y cariño a **LINDER MUÑOZ GATICA**, por la paciencia y apoyo incondicional durante mi carrera profesional.

## AGRADECIMIENTO

- ✿ Al Ing. **Segundo Darío Maldonado Vásquez**, docente de Universidad Nacional de San Martín por el asesoramiento y sugerencias en el desarrollo del presente estudio de investigación.
- ✿ A los docentes de la Universidad Nacional de San Martín – Facultad de Ciencias Agrarias, y en especial al Ing. M.Sc. César Enrique Chappa Santa María quien con sus consejos y recomendaciones aportó fuertemente en el cumplimiento de mi carrera profesional.
- ✿ A todas las personas que han cooperado en la realización del presente estudio de investigación.

## ÍNDICE

### Páginas

#### DEDICATORIA

#### AGRADECIMIENTO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	
1.	Origen y distribución geográfica del frejol común	4
2.	Clasificación taxonómica del frejol común	4
3.	Características botánicas del frejol común	5
4.	Condiciones ambientales del frejol común	6
5.	Hábito de crecimiento del frejol común	7
6.	Etapas de desarrollo de la planta de frejol común	8
7.	Eco fisiología del frejol común	10
8.	Trabajos realizados en densidad de siembra del frejol común	12
9.	Características morfológicas de las dos variedades en estudio de frejol común	15
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	
1.	Ubicación del campo experimental	17
2.	Historia del campo experimental	17
3.	Características del terreno	18
4.	Diseño experimental y tratamientos	20
5.	Conducción del experimento	21
6.	Variables evaluadas	24

<b>V.</b>	<b>RESULTADOS</b>	
1.	Rendimiento en g.m <sup>2</sup>	27
2.	Rendimiento en kg.ha <sup>-1</sup>	28
3.	Número de ramas laterales por planta	29
4.	Número de nudos por rama lateral	30
5.	Número de nudos en tallo principal	32
6.	Número de nudos por m <sup>2</sup>	34
7.	Peso de 100 semillas	35
8.	Longitud de entrenudos en tallo principal	36
9.	Altura de planta	37
10.	Porcentaje de emergencia	38
11.	Análisis económico de los tratamientos	39
<b>VI.</b>	<b>DISCUSIONES</b>	40
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	60
<b>VIII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	61
<b>IX.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	62

**RESUMEN**

**SUMMARY**

**ANEXOS**

## I. INTRODUCCIÓN

El frejol común (*Phaseolus vulgaris* L.), se cultiva tradicionalmente en diferentes zonas de la región San Martín, siendo un componente importante y básico de subsistencia de agricultores, abasteciendo a las familias y mercados locales, donde es extendido su consumo. Muchas veces en la instalación y conducción del cultivo se han determinado como problema la semilla de mala calidad, presencia de patógenos, infertilidad del suelo, sistemas inadecuados de siembra, entre otros, como los únicos responsables de la baja productividad de este cultivo sin analizar otro aspecto importante, como la densidad de siembra en función a sus componentes morfológicos que conlleve a una adecuada arquitectura de la planta.

Actualmente se ha venido interesando cada vez más en la explotación de características de la arquitectura de la planta como fuente de variación para lograr una mejor prevención de enfermedades, mejor calidad del grano, resistencia al volcamiento y un mejor rendimiento. Sin embargo un prerrequisito para desarrollar estrategias efectivas de mejoramiento genético es tener un conocimiento sobre cómo la densidad de siembra puede alterar la morfología de la planta y su relación con el rendimiento (CIAT, 1983).

El estudio de la presente investigación se desarrolló ejecutando diferentes labores en campo experimental, previo a ello haciendo un análisis edafoclimático para estudiar las características de dos variedades de frejol común (*Phaseolus vulgaris* L.) panamito rojo y panamito pardo siendo muy comunes su consumo en nuestra región que representan



el hábito de crecimiento tipo I (determinado arbustivo), utilizando densidades de siembra de 12, 16, 20, 24 y 28 plantas por m<sup>2</sup> combinados en un diseño estadístico a fin de evaluar y estudiar diferentes componentes de la arquitectura de la planta que nos va a determinar y responder en el rendimiento del cultivo.



## II. OBJETIVOS

1. Estudiar la respuesta del rendimiento y de los componentes de la arquitectura de la planta en función a la densidad de siembra.
2. Determinar el análisis económico de los tratamientos estudiados.



### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1. Origen y distribución geográfica del frejol común

Frejoles cultivados han sido encontrados en el centro de México y en la sierra de Perú de hace 7000 años y frejoles silvestres en Oaxaca, México, de 9000 años (León, 1987). Otras revisiones afirman que *Phaseolus vulgaris* L. es originario de América del Sur y se conocen más de 1000 variedades (Mostacero, Mejía y Gamarra, 2002). La arqueología demuestra que algunas leguminosas del género *Phaseolus*, se cultivaban en Sur América y Centro América de 4000 a 6000 años a. C. (Helmut, 1978).

#### 2. Clasificación taxonómica del frejol común

Mostacero, Mejía y Gamarra (2002), reportan que la clasificación taxonómica del frejol común es:

REINO	:	Plantae
Subreino	:	Fanerógamas
DIVISIÓN	:	Angiospermae
CLASE	:	Dicotyledoneae
Subclase	:	Archychlamydeae
ORDEN	:	Rosales
FAMILIA	:	Fabaceae
Subfamilia	:	Faboideae
GÉNERO	:	<i>Phaseolus</i>
ESPECIE	:	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

### **3. Características botánicas del frejol común**

La raíz pivotante se ramifica hasta un sistema fibroso muy complejo y la nodulación se concentra en raíces superiores (León, 1987). La ramificación es a partir del eje central en ramas primarias, secundarias y hasta terciarias; tanto el tallo como las ramas se forman de entrenudos cilíndricos o aristados (León, 1987). Las hojas son de dos tipos, simples que aparecen en el segundo nudo del tallo, caen antes de que la planta esté completamente desarrollada y compuestas que tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis, en su inserción hay un par de estípulas de forma triangular (CIAT, 1984).

Las inflorescencias pueden ser terminales o axilares, se componen del eje (pedúnculo y raquis), las brácteas primarias y los botones florales. La flor posee un pecíolo y en su base una pequeña bráctea; el cáliz cinco dientes triangulados; la corola papilionácea y pentámera: el estandarte, dos alas y la quilla compuesta por dos pétalos unidos. El androceo tiene nueve estambres soldados en su base y un estambre vexilar. El gineceo incluye el ovario comprimido, el estilo encorvado y el estigma interno lateral terminal (CIAT, 1984).

El fruto es una vaina con dos valvas, de diversos colores, uniformes o con rayas, dependiendo de la variedad, apareciendo dos suturas en su unión: la dorsal, llamada placentar, y la sutura ventral (CIAT, 1984). La legumbre es un fruto seco, dehiscente (León, 1987). La semilla, está constituida por dos cotiledones formados de parénquima con alto contenido de almidón y proteínas (León, 1987). Su parte externa formada por: la testa o cubierta, el hilum, el micrópilo y el rafe; internamente, por el embrión (la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocótilo, los dos cotiledones y la radícula) (CIAT, 1984).

#### **4. Condiciones ambientales del frejol común**

##### **4.1. Clima**

Las temperaturas elevadas, no perjudican al cultivo, sólo en caso de calor muy fuerte en la época de floración y fructificación (Box, 1961). La temperatura óptima va desde 18 a 35 °C, para germinar necesita entre 20 y 30 °C (Valladolid, 1999). Las precipitaciones requeridas van de 1200 a 2000 mm/año bien distribuidas durante el ciclo del cultivo, siendo los periodos críticos de humedad en el suelo las etapas de germinación, prefloración y llenado de granos; no resiste sequías prolongadas (Rengifo, 1999). Las lluvias pueden producir daños en los rendimientos y en la calidad del grano; en verano seco se hace necesario el riego (Box, 1961). Cuando hay una estación seca o baja pluviosidad, es posible lograr buenos rendimientos haciendo coincidir con la maduración de los frutos y la cosecha (Rojas, 1997).

##### **4.2. Suelo**

El pH óptimo se encuentra entre 5,5 a 6,5 especificando que para regiones húmedas está entre 5,8 a 6,5 y para regiones áridas entre 6,0 a 7,5; texturalmente pueden cultivarse en casi todos los suelos, variando desde los arenosos, limosos, hasta los arcillosos y sus combinaciones (Schaffer y Habet, 1970). El cultivo prefiere suelos profundos, bien drenados; no tolera con saturación de aluminio superior a 24%; debe tener buenos contenidos de materia orgánica (mayor de 2,0%) (Rengifo, 1999). La conductividad eléctrica en el suelo no debe ser mayor de 1 mmhos/cm (Valladolid, 1999).

#### 4.3. Requerimiento nutricional de las dos variedades en estudio de frejol común

El frejol absorbe cantidades altas de N, K y Ca y en menor cantidad S, Mg y P. La información que se muestra son los requerimientos de los nutrientes esenciales para el frejol común (*Phaseolus vulgaris* L.), obtenida a partir de trabajos realizados en el trópico con frejoles de hábito de crecimiento I (determinado arbustivo). Es de esperar que, para el caso de frejol de hábito IV (voluble), cuya producción en tallos y vainas es más alta, la demanda por nutrientes sea mayor (Flor, 1985).

**Cuadro 1: Requerimiento nutricional del frejol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de hábito de crecimiento tipo I**

Componentes de la cosecha	kg/ha					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Vainas	32	4	22	4	4	10
Tallos	65	5	71	50	14	15
Total	97	9	93	54	18	25

Fuente: FLOR, M. C. 1985.

#### 5. Hábito de crecimiento del frejol común

El hábito de crecimiento es el resultado de la interacción de varios caracteres de la planta que determinan su arquitectura final, los principales caracteres morfoagronómicos son: el tipo de desarrollo de la parte terminal del tallo: determinado o indeterminado, el número de nudos, la longitud de los entrenudos y en consecuencia la altura de la planta, la aptitud para trepar y el grado y tipo de ramificación (Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, 1984).

Según estudios hechos por el CIAT (1984), se considera que los hábitos de crecimiento son de cuatro tipos: determinado arbustivo (Tipo I), indeterminado arbustivo (Tipo II), indeterminado postrado (Tipo III) e indeterminado trepador (Tipo IV). Con el objeto del presente estudio se detallara el Tipo I

El hábito de crecimiento Tipo I tiene como características principales de que el tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada, en general el tallo es fuerte con un bajo número de entrenudos, de cinco a diez, normalmente cortos (Arias, Rengifo y Jaramillo 2007). La altura puede variar entre 30 y 50 cm, sin embargo, hay casos de plantas enanas, más cortas. La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo (CIAT, 1984). Bajo condiciones similares de ambiente, el número de nudos del tallo de un material genéticamente puro se puede considerar como un carácter de poca variación (CIAT, 1984).

## **6. Etapas de desarrollo de la planta de frejol común**

CIAT (1982), ha establecido dos fases sucesivas. La fase vegetativa (V), que comprende las etapas: V0 (germinación), V1 (emergencia), V2 (hojas primarias), V3 (primera hoja trifoliada) y V4 (tercera hoja trifoliada). La fase reproductiva (R), que comprende las etapas: R5 (prefloración), R6 (floración), R7 (formación de las vainas), R8 (llenado de las vainas) y R9 (maduración).

En la etapa de V0 la semilla absorbe agua, ocurren los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrimentos de los

cotiledones, luego emerge la radícula, el hipocótilo crece y quedan los cotiledones al nivel del suelo. En la etapa de V1 los cotiledones aparecen a nivel del suelo, el hipocótilo se endereza y sigue creciendo, los cotiledones comienzan a separarse y luego se despliegan las hojas primarias. A partir de la siguiente etapa se considera que inicia cuando el 50% de las plantas de un cultivo presenta dicha característica. La etapa V2 comienza cuando éstas están desplegadas, durante el cual se formarán el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas, los cotiledones pierden su forma arrugándose y arqueándose. La etapa V3 se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana, iniciándose generalmente el desarrollo de la primera rama. La etapa V4 comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. A partir de esta etapa se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas como el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas (Arias, Rengifo y Jaramillo 2007).

CIAT (1982), menciona que la etapa R5 inicia cuando aparece el primer botón o el primer racimo floral, en una variedad determinada se nota el desarrollo de los botones florales en el último nudo del tallo o la rama; en cambio, en las variedades indeterminadas los racimos florales se observan en los nudos inferiores. La etapa R6 se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta que corresponde al primer botón floral que apareció. En las variedades de hábito determinado la floración comienza en el último nudo del tallo o de las ramas y continúa en forma descendente en los nudos inferiores, por el contrario, en las variedades de crecimiento indeterminado, la floración comienza en la parte baja



del tallo y continúa en forma ascendente; una vez que la flor ha sido fecundada y se encuentra abierta, la corola se marchita y la vaina inicia su crecimiento.

El mismo autor menciona que la etapa R7 se inicia cuando aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, inicialmente comprende el desarrollo de las valvas; durante los primeros 10 ó 15 días después de la floración ocurre un crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de la semilla; cuando las valvas alcanzan su tamaño final y el peso máximo, se inicia el llenado de las vainas. La etapa R8 comienza en el crecimiento activo de las semillas; al final de esta etapa los granos pierden su color verde, así comienzan a adquirir las características de la variedad. En algunas variedades, las valvas de las vainas empiezan a pigmentarse, lo que generalmente ocurre después del inicio de la pigmentación de la semilla. Finalmente la etapa R9 es la última de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración y secado de las vainas, que al secarse pierden su pigmentación y el contenido de agua de las semillas baja hasta el 15 al 20%, momento en el cual alcanzan su coloración típica y ésta se encuentra lista para la cosecha.

## **7. Eco fisiología del frijol común**

El frijol es una planta exigente en nutrientes, muy sensible a factores climáticos adversos, además de ser conocida como planta muy susceptible a plagas y enfermedades; dicha limitación se debe por la propia arquitectura de la planta (CIAT, 1983).

### **7.1. Relación entre el número de nudos y rendimiento de granos**

CIAT (1984), manifiesta que como las flores del frejol que son estructuras reproductivas, se originan de los nudos, se esperaría que cuanto mayor sea el número de nudos, mayor sería el rendimiento.

### **7.2. Influencia de la temperatura y luminosidad en la formación de ramas laterales**

CIAT (1994), menciona que existen evidencias de que las bajas temperaturas reducen el crecimiento de ramas, siendo una respuesta directa del mecanismo de la propia yema a la temperatura, y no un efecto indirecto de la temperatura suprimiendo algún factor como agua, metabolitos nitrogenados o carbohidratos, procedentes del resto de la planta. Condiciones de baja luminosidad, también reducen la formación de ramas axilares; explicando que a mayor densidad de plantas, se tiene como resultado menor luminosidad disponible para cada planta

### **7.3. Efecto del sombreadamiento en la morfología y fisiología de plantas de frejol**

El índice de área foliar del frejol fueron menores cuando las variedades fueron sometidas a condiciones de baja luminosidad, en condiciones de alta luminosidad sucede lo contrario (Bruno, 1990); los parámetros fenológicos, como días para la emergencia, floración y maduración, no fueron afectados por el sombreadamiento, pero sí se observó elongamiento y reducción del número de entrenudos (Profrijol, 1999); en condiciones de sombreadamiento, se obtiene un menor número de hojas por planta, hojas menores más delgadas y con menor número de estomas por área de hoja (Quintero, 2000).

## 8. Trabajos realizados en densidad de siembra del frejol común

En variedades arbustivas como el Panamito Amarillo Tarapoto, el distanciamiento de siembra entre hileras es de 0,60 m y entre plantas 0,25 m, de 2 a 3 semillas por golpe, a 3 cm de profundidad, esperando unas 200 000 plantas.ha<sup>-1</sup>; los agricultores tradicionales siembran a mayores distanciamientos y mayormente bajo el sistema asociado, el periodo vegetativo es de 80 a 90 días, con rendimiento de 800 a 900 kg/ha (Rengifo, 1999).

La densidad óptima de frejol común es de aproximadamente 250 000 plantas/ha bajo las condiciones del CIAT, en el espaciamento de surcos oscila entre 50 a 70 cm dependiendo del hábito de crecimiento, condiciones sanitarias, fertilidad de suelo y equipo agrícola disponible; la mayoría de estudios confirman que el espaciamento óptimo entre plantas es de 13 plantas por metro lineal (CIAT, 1978).

Arias (1979), estudió 7 densidades de siembra: 30, 40, 50, 60, 70,80 y 100 cm entre hileras y 20 cm entre plantas de frejol Caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona inundable del Río Orinoco de Vegas Venezuela, durante la época seca; cuando se sembró a 30 cm entre hileras se obtuvo la más baja producción de granos por planta 5,6 g, pero la más alta producción por hectárea 2 664 kg/ha, esta tendencia de producción de granos por planta continúa aumentando y en el tratamiento de 100 cm entre hileras, se obtuvo la más alta producción de granos por planta 10,6 g, pero baja producción de granos por hectárea 1 747 kg/ha,

determinando que el incremento en la densidad de siembra aumenta la producción por hectárea, pero decrece el rendimiento por planta.

El cultivo de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) se adapta a cualquiera de los sistemas de siembra y los distanciamientos son: entre hileras o surcos de 0,60 m ó 0,70 y entre golpes o plantas de 0,20 m ó 0,30 m; además mencionan que las líneas promisorias desarrolladas en la EEA El porvenir (con alto potencial de rendimiento, de porte arbustivo, de corto periodo vegetativo y tolerantes a virus y resistentes a mustia) alcanzan los siguientes rendimientos: Rendimiento potencial de 2 200 kg/ha (suelos de restinga) y Rendimiento promedio de 1 500 a 1 800 kg/ha (Chávez, Portocarrero y Valladolid, 2010).

El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria - INIA (1980), en uno de los trabajos realizados en la Estación Experimental Vista Florida (Chiclayo), ha determinado que para los cultivares Blanco local y Bayo criollo, el distanciamiento que condujo a mejores rendimientos fue de 70 cm entre surcos y 40 cm entre plantas con 2 700 kg/ha, mientras que para los cultivares Muy fino y Panamito mejorado, es de 60 cm entre surcos y 30 cm entre plantas con 2 500 kg/ha.

Los trabajos conducidos en la Estación Experimental el Porvenir, ha determinado que el frejol amarillo tarapoto se recomienda sembrar a 60 cm entre hileras y de 20 a 25 cm entre golpes, con un rendimiento de 1 500 kg/ha (INIA, 1989).

Soto y Aguilera (1983), en Charagua Bolivia, ensayando distanciamientos de 20 a 70 cm en surcos separados en siembra de frejol bat 76 (*Phaseolus vulgaris* L.), obtuvo que los promedios de rendimiento de semilla en el rango de 50 cm es 970 kg/ha hasta 1 460 kg/ha a 60 cm; no hubo diferencia significativa entre los rendimientos para los demás tratamientos.

Leveaú y Moncada (1991), reportan que en un experimento realizado en el fundo Cacatachi de la Universidad Nacional de San Martín (km 8 de la carretera Tarapoto – Moyobamba), entre los meses de noviembre a marzo, hicieron el estudio comparativo de densidades de siembra para el frejol Amarillo Tarapoto, utilizando cuatro distanciamientos de siembra entre hileras: 40, 50, 60 y 70 cm y cuatro distanciamientos entre golpes: 15, 20, 25 y 30 cm. Los resultados obtenidos indican que el tratamiento con los distanciamientos de 0,50 m entre hileras y 0,15 m entre plantas (266 666 plantas/ha), obtuvo el mayor rendimiento con 2 318,875 kg/ha, mientras que el menor rendimiento corresponde al tratamiento con los distanciamientos de 0,60 x 0,30 m (111 111 plantas/ha) con 1 136,833 kg/ha.

Los mejoradores de frejol del CIAT (1982) en su informe anual indican que, ensayaron la respuesta del rendimiento y de los componentes de la arquitectura de la planta de cultivares de frijol al ambiente y a las densidades de siembra de frijol de hábito de crecimiento Tipo I (A 57, A 132, A 475, ICA L-24), con densidades de población de 50 000, 133 000, 216 000 y 300 000 plantas.ha<sup>-1</sup>, reportando valores de rendimiento que varió desde 129 a 166 con un promedio

de 146 g.m<sup>2</sup>, número de rama laterales por planta varió desde 4.2 a 5.4 con un promedio de 4.8, número de nudos por rama lateral varió desde 2.6 a 3.8 con un promedio de 3.0, número de nudos en tallo principal varió desde 8.9 a 11.0 con un promedio general de 9.7, longitud de entrenudos en tallo principal varió desde 2.7 a 4.1 con un promedio de 3.5 cm.

#### **9. Características morfológicas de las dos variedades en estudio de frejol común**

CIAT (1984), menciona que las dos variedades en estudio tienen hábito de crecimiento Tipo I, es decir un crecimiento determinado arbustivo, donde el tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada, el tallo es fuerte con un bajo número de entrenudos, de cinco a diez, normalmente cortos. Aunque generalmente se distingue la raíz primaria, el sistema radicular tiende a ser fasciculado, es superficial ya que el mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 cm de profundidad del suelo, presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical.

Las hojas de las dos variedades son compuestas tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis, en la inserción de las hojas trifoliadas hay un par de estípulas de forma triangular; las hojas primarias son simples, aparecen en el segundo nudo del tallo, se forman en la semilla durante la embriogénesis, y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. La flor de las dos variedades es una típica flor papilionácea, distinguiéndose el botón floral y la flor completamente abierta, el color es diferente en las dos variedades, siendo de color lila en la variedad panamito rojo y blanco-cremoso en la variedad panamito pardo. La

etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo (CIAT, 1984).

**Cuadro 2: Características morfológicas de las dos variedades en estudio de frejol común**

Características Morfológicas	Panamito rojo	Panamito pardo
Altura de planta	78 cm	82 cm
Días a floración	42 días	39 días
Color de grano	rojo	beige
Tamaño de grano	Pequeño	Pequeño
Días a la cosecha	89 días	84 días
Rendimiento de grano		
• Potencial	2000 Kg/ha	2300 Kg/ha
• Comercial	1600 Kg/ha	1100 Kg/ha

Fuente: INIA (2010).

El tamaño del grano en promedio, tomando muestras del peso de 100 semillas, es de grano pequeño, si pesan menos de 25 g, de grano mediano si pesan entre 25 y 40 g y de grano grande si pesan más de 40 g, establecido por CIAT (1983).

#### IV. MATERIALES Y MÉTODOS

##### 1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de Febrero y Mayo del 2012 en los campos experimentales del Fundo Miraflores de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, ubicado a 3,5 km de la ciudad de Tarapoto.

##### a. Ubicación Política



Lugar	:	Fundo Miraflores de la UNSM-T
Sector	:	Ahuashiyacu
Distrito	:	Banda de Shilcayo
Provincia	:	San Martín
Departamento	:	San Martín

##### b. Ubicación Geográfica

Latitud sur	:	06° 32´
Longitud oeste	:	76° 23´
Altitud	:	308 m.s.n.m.m
Zona de vida	:	bs – T

##### 2. Historia del campo experimental

El campo experimental hace 12 años estuvo sembrado con pasto *Brachiaria* brizanta, *B. decumbes* y Yaragua (*H. rufa*). A partir de ello se han desarrollado muchos trabajos de investigación con la incorporación de abonos orgánicos, preferentemente para cultivos de hortalizas, soya, maíz, caupí, frejol.



### 3. Características del terreno

#### 3.1. Características edáficas

De acuerdo al análisis, se puede calificar a este suelo con una textura Franco Arenoso, de buen drenaje; reacción fuertemente ácida ( $\text{pH}=5,16$ ) con saturación de Aluminio de 20,4 %; nivel bajo de sales ( $\text{CE}=0,20$  mmhos/cc), normal para el desarrollo de cualquier cultivo; bajo contenido de carbonatos de calcio. Expresa el contenido de los principales nutrientes que influyen en el rendimiento del cultivo como del Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio; contenido medio de Nitrógeno por tener un contenido medio de materia orgánica (2,18) equivalente a 71,4kg.N/ha/año; el Fósforo asimilable se encuentra en un nivel bajo de 26,22 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha; el Potasio disponible se encuentra en un nivel bajo de 75,82 kg de  $\text{K}_2\text{O}$ /ha disponible en el suelo.

**Cuadro 3: Resultado del análisis de suelo**

DETERMINACIÓN	RESULTADO
pH	5,16
M.O. (%)	2,18
P (ppm)	3,8
$\text{K}_2\text{O}$ (kg/ha)	75,82
CIC (meq./100 g de suelo)	5,29
$\text{Ca}^{++}$ (meq./100 g de suelo)	2,83
$\text{Mg}^{++}$ (meq./100 g de suelo)	0,56
$\text{K}^+$ (meq./100 g de suelo)	0,09
$\text{Al}^+$ (meq./100 g de suelo)	1,8
Arena (%)	77,6
Limo (%)	10,8
Arcilla (%)	11,6
Textura	Franco Arenoso
C.E. (mmhos/cc)	0,20

Fuente: Estudios Agrológicos, Análisis e interpretación de Suelo, Consultorías. Ing. Agrónomo Max Beltran Pezo Perea - Especialista en Suelos. Tarapoto, 18 de Febrero del 2012.

### 3.2. Características climáticas

El lugar donde se realizó el trabajo experimental, corresponde a la zona de vida bosque seco tropical (bs-T) de acuerdo a la clasificación de Holdridge (1975). El régimen térmico presentó que los meses de mayor temperatura media en promedio fueron Febrero y Mayo con 25,9 °C cada uno, siendo Abril el mes de menor temperatura media con 25,2 °C; la pluviosidad total alcanzó 723,9 mm, el mes de Abril registró la mayor precipitación con 298,4 mm, seguido por el mes de Marzo con 175,3 mm, Febrero y Mayo fueron los meses de menos precipitación con 125,1 mm cada uno.

**Cuadro 4: Condiciones climáticas durante la ejecución del trabajo experimental, Febrero – Mayo del 2012**

Meses	Temperatura media (°C)	Precipitación Total (mm)	Humedad relativa (%)
Febrero	25,9	125,1	77
Marzo	25,3	175,3	83
Abril	25,2	298,4	85
Mayo	25,9	125,1	77
Total	102,3	723,9	322
Promedio	25,6	-	81

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SEHAMHI) Estación Meteorológica: CO "Tarapoto". Tarapoto, 28 de Mayo del 2012.

#### 4. Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial de 2 x 5, con 3 bloques y 10 tratamientos.

Factor A = Variedades de Frejol

- a1 = Panamito rojo
- a2 = Panamito pardo

Factor B = Densidad de siembra

- b1 = 15 cm x 60 cm = 111 111 golpes/ha\*
- b2 = 20 cm x 60 cm = 83 333 golpes/ha
- b3 = 25 cm x 60 cm = 66 666 golpes/ha
- b4 = 30 cm x 60 cm = 55 555 golpes/ha
- b5 = 35 cm x 60 cm = 47 619 golpes/ha

\* A cada golpe le correspondió 2 plantas establecidas.

**Cuadro 5: Tratamientos en estudio**

Nº	Tratamientos	Clave	Descripción	Nº de plantas/ha <sup>-1</sup>
1	T1	a1b1	Panamito rojo con 15 cm x 60 cm	222 222
2	T2	a1b2	Panamito rojo con 20 cm x 60 cm	166 666
3	T3	a1b3	Panamito rojo con 25 cm x 60 cm	133 333
4	T4	a1b4	Panamito rojo con 30 cm x 60 cm	111 111
5	T5	a1b5	Panamito rojo con 35 cm x 60 cm	95 238
6	T6	a2b1	Panamito pardo con 15 cm x 60 cm	222 222
7	T7	a2b2	Panamito pardo con 20 cm x 60 cm	166 666
8	T8	a2b3	Panamito pardo con 25 cm x 60 cm	133 333
9	T9	a2b4	Panamito pardo con 30 cm x 60 cm	111 111
10	T10	a2b5	Panamito pardo con 35 cm x 60 cm	95 38

## **5. Conducción del experimento**

### **5.1. Preparación del terreno**

Esta actividad se realizó el 15 de febrero del 2012 desmalezando con palana y machete, seguido de la limpieza total del terreno. Se procedió a remover el suelo con la mula mecánica, con la finalidad de mejorar la textura, finalmente se hizo el mullido y nivelación con el rastrillo.

### **5.2. Trazado y estacado del campo experimental**

Para el parcelado se hizo la medición y demarcación de los 3 bloques con 10 parcelas cada una, apoyándose de materiales como wincha, estacas de madera y cordeles (rafia).

### **5.3. Muestreo del suelo**

Se tomaron 7 sub muestras de suelo de 500 g cada una a una profundidad de 20 cm, se mezclaron y homogenizaron para constituir una muestra de 1 kg, la cual fue remitida al Laboratorio de Suelos y Consultoría del Ing. Agrónomo Max Beltran Pezo Perea – Especialista en suelos, para su respectivo análisis. Los resultados del análisis se observa en el Cuadro 3.

### **5.4. Obtención y preparación de las semillas**

Las semillas fueron proporcionadas por la Estación Experimental “El Porvenir”. La desinfección se hizo con un fungicida agrícola compuesto por flutolanil 10 % + captan 64% a una dosis de 5 g/kg de semilla.

### **5.5. Siembra**

La siembra se efectuó el 21 de febrero de 2012 por el método manual tradicional a razón de 3 semillas por golpe y 2 a 3 cm de profundidad. La distancia entre hileras fue de 60 cm, cambiando la distancia entre golpes de 15, 20, 25, 30 y 35 cm para cada variedad de frejol.

### **5.6. Etiquetado de los tratamientos**

Los 3 bloques y 30 parcelas experimentales se etiquetaron con un determinado símbolo, para facilitar la evaluación.

### **5.7. Labores culturales**

#### **a) Desahije**

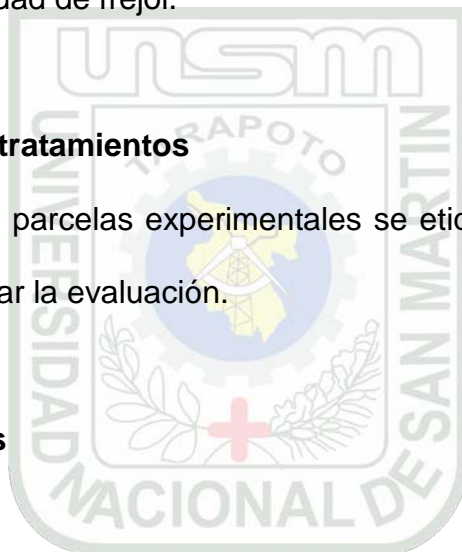
Se efectuó a los 20 días después de la siembra cuando las plantas oscilaban entre 10 a 15 cm de altura, eliminando las débiles, dejando 2 plantas por golpe.

#### **b) Control de malezas**

El deshierbo se hizo en forma manual, haciendo uso de machete y lampa. La secuencia fue a los 15, 30 y 50 días después de la siembra.

#### **c) Control de insectos plagas**

Se observó la incidencia de *Diabrotica* sp haciendo perforaciones en el follaje. Para su control se utilizó los productos técnicos tiametoxam +



lambdacyhalotrina (141 g + 106 g) por litro de producto comercial, a una dosis de 15 ml/20 l de agua. Se hizo dos aplicaciones.

Además se contrarrestó las casas de hormigas presentes en el suelo con el producto técnico clorpirifos 2,5 %/kg de producto comercial, espolvoreando sobre los nidos.

**d) Control de enfermedades**

Algunas plantas fueron atacadas por el hongo *Thanatephorus cucumeris* que causa la enfermedad Mustia hilachosa. Se realizó dos aplicaciones del producto técnico azoxystrobin 500 g/kg de producto comercial a una dosis de 10 g/20 l de agua.

**e) Cosecha**

Se realizó a los 86 días después de la siembra cuando el cultivo había alcanzado su madurez fisiológica, cosechando en un 1 m<sup>2</sup> de cada tratamiento en forma manual.

**f) Secado y desgranado**

Se procedió a exponer bajo el sol (temperatura de ambiente) a las vainas cosechadas de cada tratamiento por separado, logrando una mejor dehiscencia y granos con 14 % de humedad, posteriormente se realizó el desgranado en forma manual.

**g) Ventilado**

Se ventiló los granos para estar libres de residuos e impurezas de cosecha. Se procedió a su almacenado.

**6. Variables evaluadas**

Según CIAT (1985), reporta que las variables son evaluadas como se menciona:

**a) Porcentaje de emergencia**

Considerando como punto de partida el día de la siembra, a los 8 días se hizo las contadas de las semillas germinadas, que llegaron a emerger la superficie del suelo.

**b) Ramas laterales por planta**

Se realizó en 10 plantas al azar dentro de 1 m<sup>2</sup> de área de cada tratamiento, registrando por cada planta el número de ramas laterales, obteniendo un promedio. Esta evaluación se hizo a los 30 días después de la siembra, es decir al término de la fase vegetativa.

**c) Nudos por rama lateral**

Se contó la cantidad de nudos por rama lateral de las 10 plantas de cada tratamiento, obteniendo un promedio. Esta evaluación se hizo a los 45 días después de la siembra, es decir al término de la floración.

**d) Nudos en tallo principal**

Se registró la cantidad de nudos que estuvieron en el tallo principal de las 10 plantas evaluadas de cada tratamiento, obteniendo un promedio. La evaluación se hizo a los 45 días después de la siembra, es decir al término de la floración.

**e) Nudos por metro cuadrado**

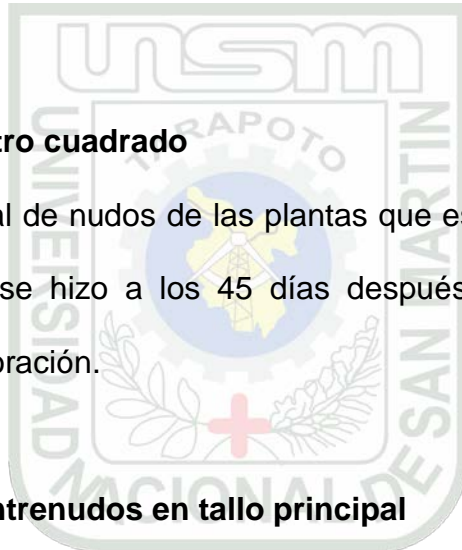
Se contó el total de nudos de las plantas que estuvieron en el área de 1 m<sup>2</sup>. La evaluación se hizo a los 45 días después de la siembra, es decir al término de la floración.

**f) Longitud de entrenudos en tallo principal**

Cuando el tallo cesó su crecimiento se hizo la medición en centímetros (cm) de la longitud de los entrenudos en tallo principal de las 10 plantas evaluadas en el m<sup>2</sup> de cada tratamiento, obteniendo un promedio. La evaluación se hizo a los 45 días después de la siembra, es decir al término de la floración.

**g) Altura de planta**

Se midió las 10 plantas del m<sup>2</sup> de cada tratamiento en centímetros (cm) desde la base del tallo hasta la yema terminal, obteniendo un promedio. Esta evaluación se realizó a los 45 días después de la siembra, haciendo uso de una regla graduada.





**h) Peso de 100 semillas**

Se contabilizó 100 granos libre de impurezas por cada tratamiento y se registró su peso en gramos (g) en una balanza de precisión.

**i) Rendimiento por metro cuadrado**

Se evaluó el peso de los granos cosechados en el m<sup>2</sup> de cada tratamiento, en una balanza de precisión. El resultado se llevó a kg.ha<sup>-1</sup>.

**j) Análisis económico**

La relación beneficio/costo se efectuó de acuerdo a la siguiente fórmula:

Relación Beneficio/Costo =  $\frac{\text{Valor bruto de la producción}}{\text{Costo de producción}}$

## V. RESULTADOS

### 1. Rendimiento en g.m<sup>2</sup>

**Cuadro 6: Análisis de varianza para el rendimiento en g.m<sup>2</sup>**

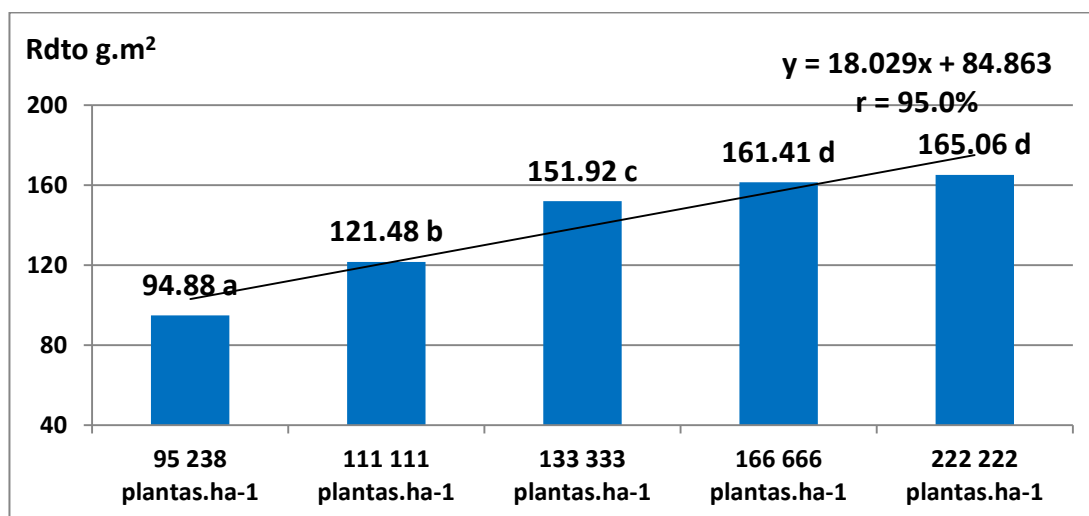
F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
<b>Bloques</b>	9.743	2	4.871	0.232	0.795 <b>N.S.</b>
<b>FA: Variedad</b>	316.420	1	316.420	15.084	0.001 **
<b>FB: Densidad</b>	21613.610	4	5403.402	257.579	0.000 **
<b>A x B</b>	179.397	4	44.849	2.138	0.118 <b>N.S.</b>
<b>Error Experimental</b>	377.598	18	20.978		
<b>Total</b>	22496.768	29			
$R^2 = 98.3\%$ $r = 99.14\%$ $C:V = 3.29\%$ Promedio = 138.95					

N.S. No significativo

\*\* Altamente significativo (99%)

**Cuadro 7: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor A: Variedades y respecto al rendimiento en g.m<sup>2</sup>**

Factor A	Descripción	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )	
		a	b
1	Panamito rojo	142.2	
2	Panamito pardo		135.7



**Grafico 1: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor B: Densidades y respecto al rendimiento en g.m<sup>2</sup>**

## 2. Rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>

**Cuadro 8: Análisis de varianza para el rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>**

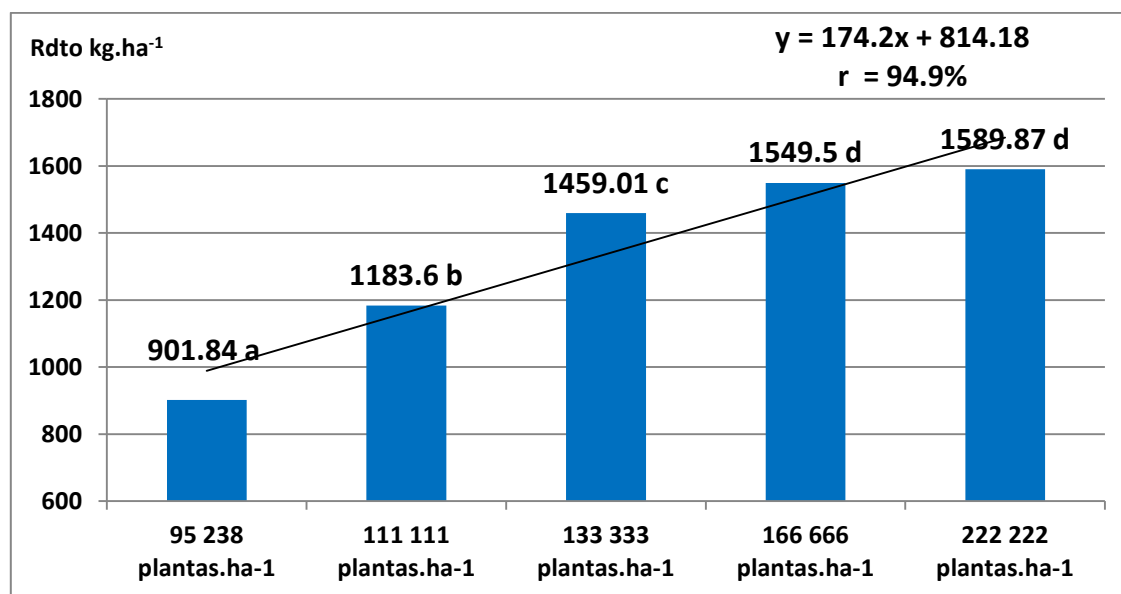
F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
<b>Bloques</b>	16392.571	2	8196.286	2.730	0.092 <b>N.S.</b>
<b>FA: Variedad</b>	33728.498	1	33728.498	11.235	0.004 **
<b>FB: Densidad</b>	2021293.032	4	505323.258	168.330	0.000 **
<b>A x B</b>	19260.138	4	4815.034	1.604	0.216 <b>N.S.</b>
<b>Error Experimental</b>	54035.704	18	3001.984		
<b>Total</b>	2144709.943	29			
$R^2 = 97.5\%$ $r = 98.74\%$ C.V. = 4.1%      Promedio = 1336.76					

N.S. No significativo

\*\* Altamente significativo (99%)

**Cuadro 9: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor A: Variedades y respecto al rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>**

Factor A	Descripción	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )	
		a	b
1	Panamito rojo	1370.3	
2	Panamito pardo		1303.2



**Grafico 2: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor B: Densidades y respecto al rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>**

### 3. Número de ramas laterales por planta

**Cuadro 10: Análisis de varianza para el número de ramas laterales por planta (Datos transformados por  $\sqrt{x}$ )**

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
<b>Bloques</b>	0.054	2	0.027	13.999	0.000 **
<b>FA: Variedad</b>	0.001	1	0.001	0.563	0.463 N.S.
<b>FB: Densidad</b>	0.032	4	0.008	4.214	0.014 *
<b>A x B</b>	0.005	4	0.001	0.710	0.595 N.S.
<b>Error Experimental</b>	0.035	18	0.002		
<b>Total</b>	0.127	29			
$R^2 = 72.8\%$ $r = 85.32\%$ C:V: =2.04%      Promedio = 2.19					

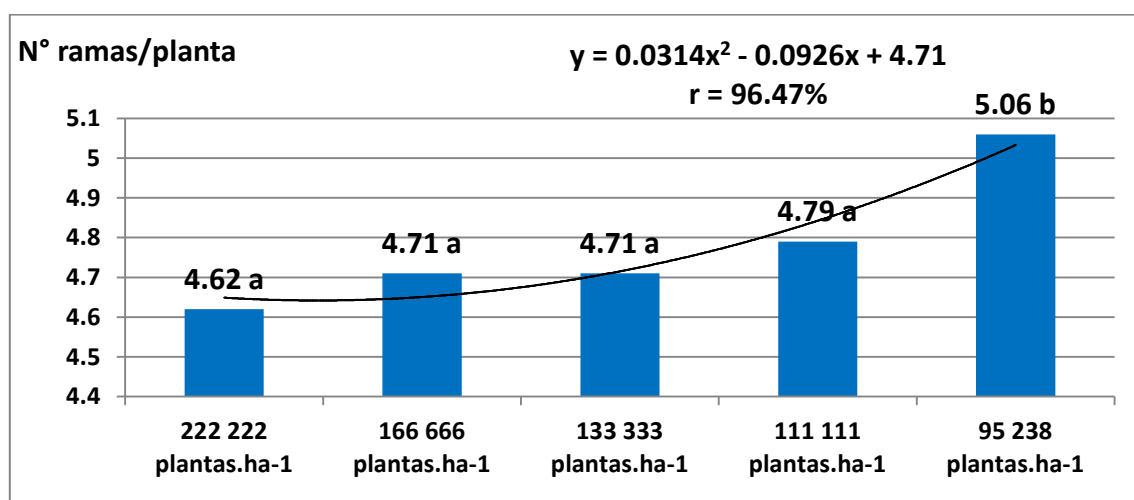
N.S. No significativo

\*\* Altamente significativo (99%)

\* Significativo (95%)

**Cuadro 11: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor A: Variedades y respecto al número de ramas laterales por planta**

Factor A	Descripción	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
		a
1	Panamito rojo	4.80
2	Panamito pardo	4.75



**Grafico 3: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor B: Densidades y respecto al número de ramas laterales por planta**

#### 4. Número de nudos por rama lateral

**Cuadro 12: Análisis de varianza para el número de nudos por rama lateral (Datos transformados por  $\sqrt{x}$ )**

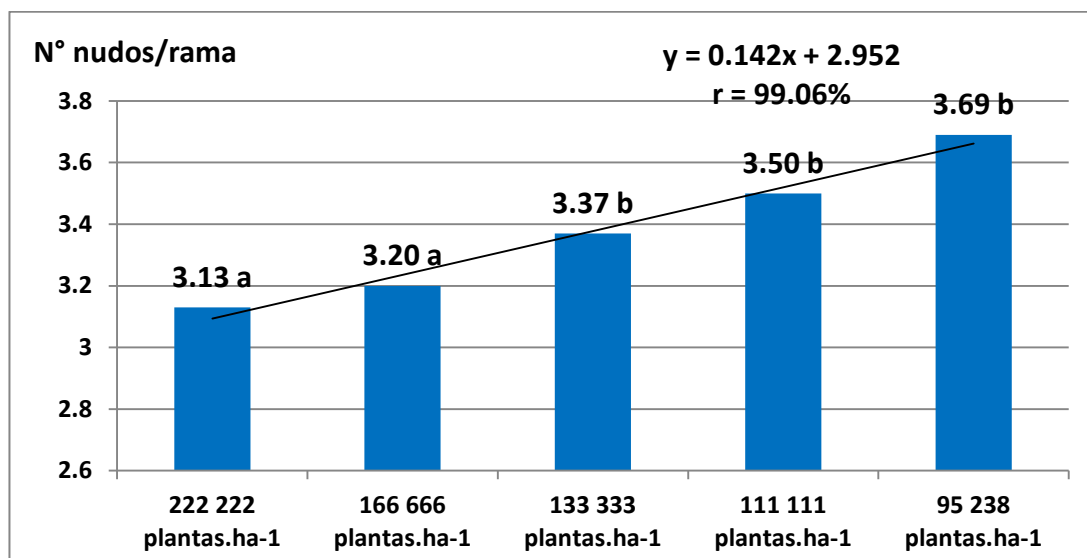
F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
<b>Bloques</b>	0.001	2	0.000	0.521	0.603 <b>N.S.</b>
<b>FA: Variedad</b>	1.333E-5	1	1.333E-5	0.027	0.870 <b>N.S.</b>
<b>FB: Densidad</b>	0.094	4	0.024	48.503	0.000 **
<b>A x B</b>	0.009	4	0.002	4.873	0.008 **
<b>Error Experimental</b>	0.009	18	0.000		
<b>Total</b>	0.113	29			
$R^2 = 92.3\%$ $r = 96.1\%$ C.V. = 1.0%      Promedio = 1.84					

N.S. No significativo

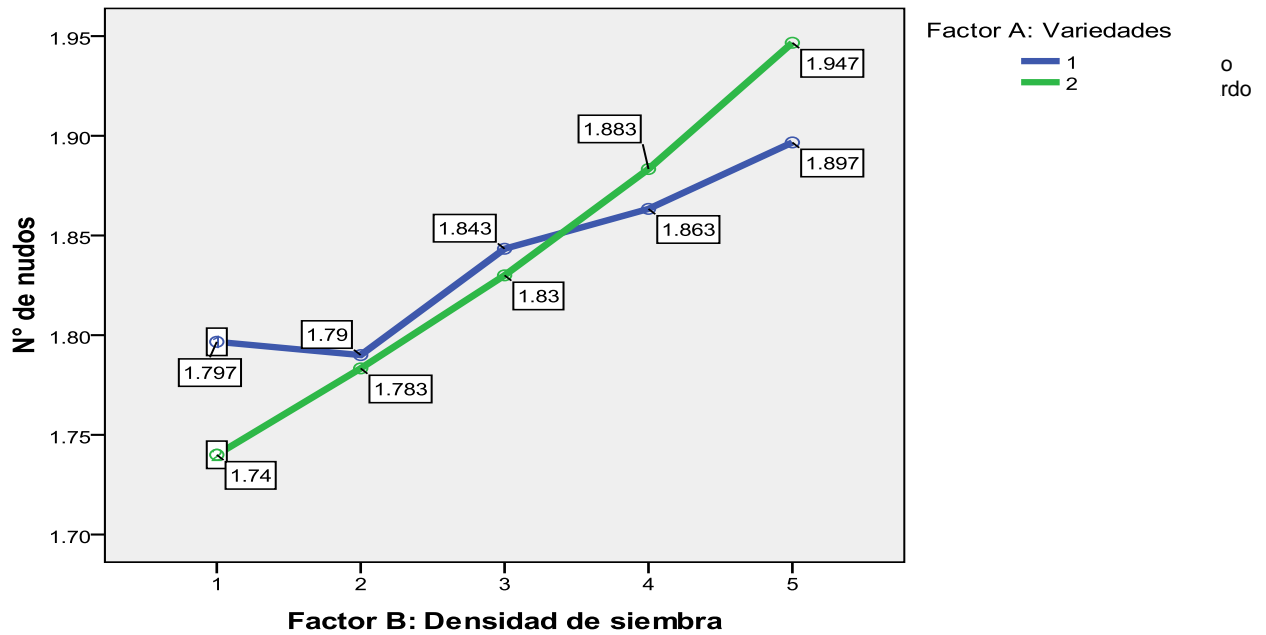
\*\* Altamente significativo (99%)

**Cuadro 13: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor A: Variedades y respecto al número de nudos por rama lateral**

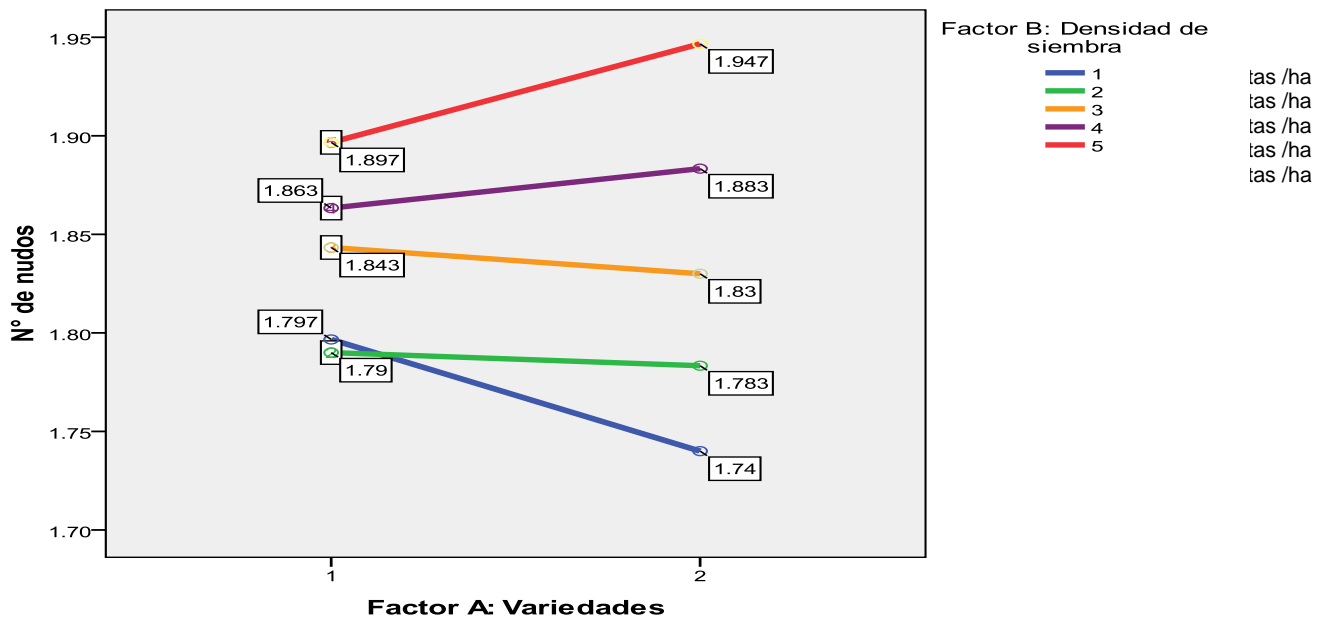
Factor A	Descripción	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
		a
1	Panamito rojo	3.38
2	Panamito pardo	3.38



**Gráfico 4: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor B: Densidades y respecto al número de nudos por rama lateral**



**Gráfico 5: Efectos simples de las variedades evaluadas dentro de las densidades de siembra para la variable Número de nudos por rama lateral**



**Gráfico 6: Efectos simples de las densidades de siembra dentro de las variedades evaluadas para la variable Número de nudos por rama lateral**

## 5. Número de nudos en tallo principal

**Cuadro 14: Análisis de varianza para el número de nudos en tallo principal (Datos transformados por  $\sqrt{x}$ )**

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
<b>Bloques</b>	0.005	2	0.003	11.482	0.001 **
<b>FA: Variedad</b>	1.333E-5	1	1.333E-5	0.060	0.810 N.S.
<b>FB: Densidad</b>	0.000	4	3.833E-5	0.172	0.950 N.S.
<b>A x B</b>	0.004	4	0.001	4.507	0.011 *
<b>Error Experimental</b>	0.004	18	0.000		
<b>Total</b>	0.013	29			
$R^2 = 69.9\%$ $r = 83.6\%$ C.V. = 0.4%      Promedio = 2.98					

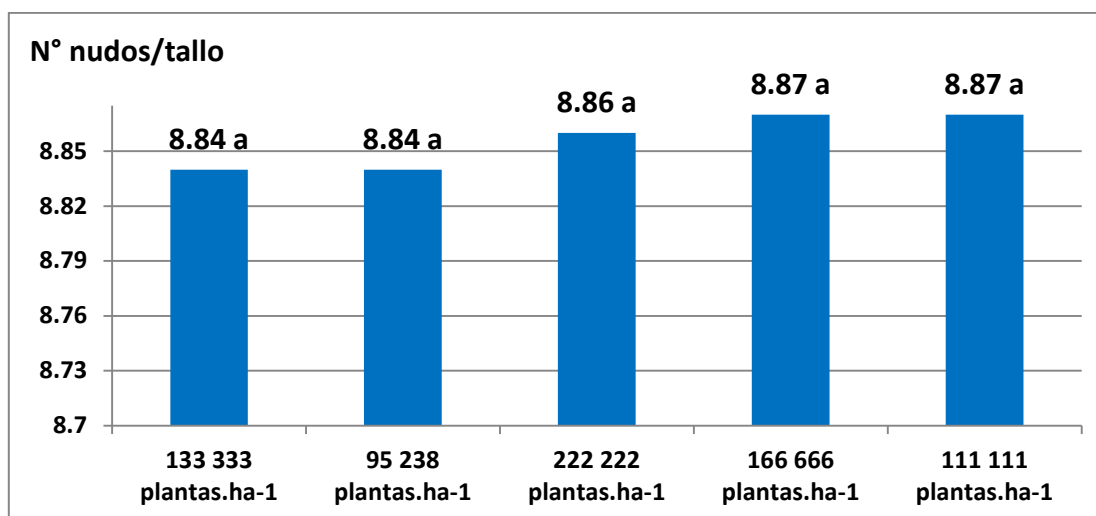
N.S. No significativo

\*\* Altamente significativo (99%)

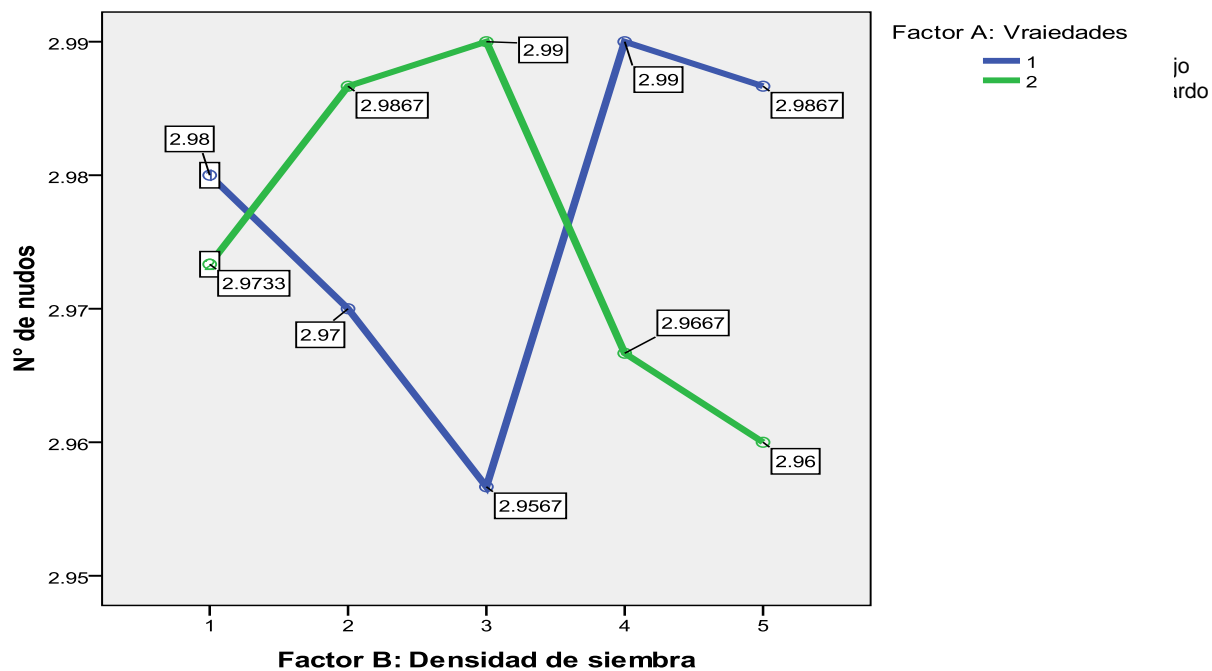
\* Significativo (95%)

**Cuadro 15: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor A: Variedades y respecto al número de nudos en tallo principal**

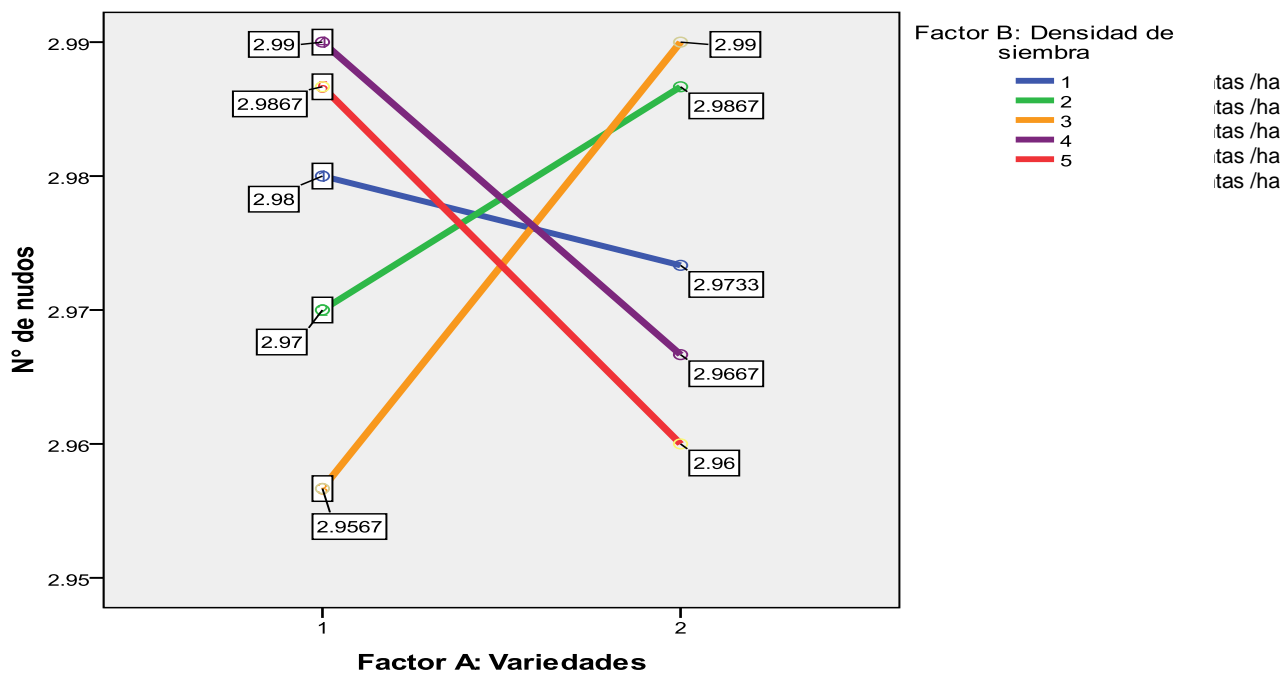
Factor A	Descripción	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
		a
1	Panamito rojo	8.88
2	Panamito pardo	8.82



**Gráfico 7: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor B: Densidades y respecto al número de nudos en tallo principal**



**Gráfico 8: Efectos simples de las variedades evaluadas dentro de las densidades de siembra para la variable Número de nudos en tallo principal**



**Gráfico 9: Efectos simples de las densidades de siembra dentro de las variedades evaluadas para la variable Número de nudos en tallo principal**



## 6. Número de nudos por m<sup>2</sup>

**Cuadro 16: Análisis de varianza para el número de nudos.m<sup>2</sup> (datos transformados por  $\sqrt{x}$ )**

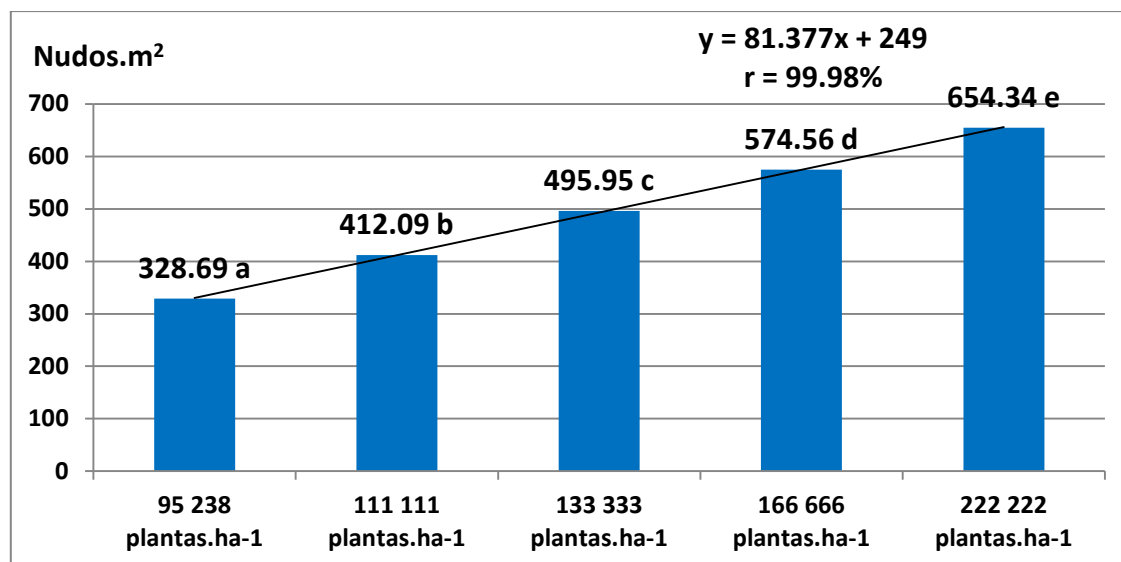
F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
<b>Bloques</b>	3.230	2	1.615	12.180	0.000 **
<b>FA: Variedad</b>	0.104	1	0.104	0.788	0.387 N.S.
<b>FB: Densidad</b>	208.075	4	52.019	392.291	0.000 **
<b>A x B</b>	0.408	4	0.102	0.768	0.560 N.S.
<b>Error Experimental</b>	2.387	18	0.133		
<b>Total</b>	214.204	29			
$R^2 = 98.9\%$ $r = 99.44\%$ C.V. = 1.65%      Promedio = 22.05					

N.S. No significativo

\*\* Altamente significativo (99%)

**Cuadro 17: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor A: Variedades y respecto al número de nudos.m<sup>2</sup>**

Factor A	Descripción	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
		a
1	Panamito rojo	488.41
2	Panamito pardo	483,56



**Gráfico 10: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor B: Densidades y respecto al número de nudos.m<sup>2</sup>**

## 7. Peso de 100 semillas (g)

**Cuadro 18: Análisis de varianza para el peso de 100 semillas (g)**

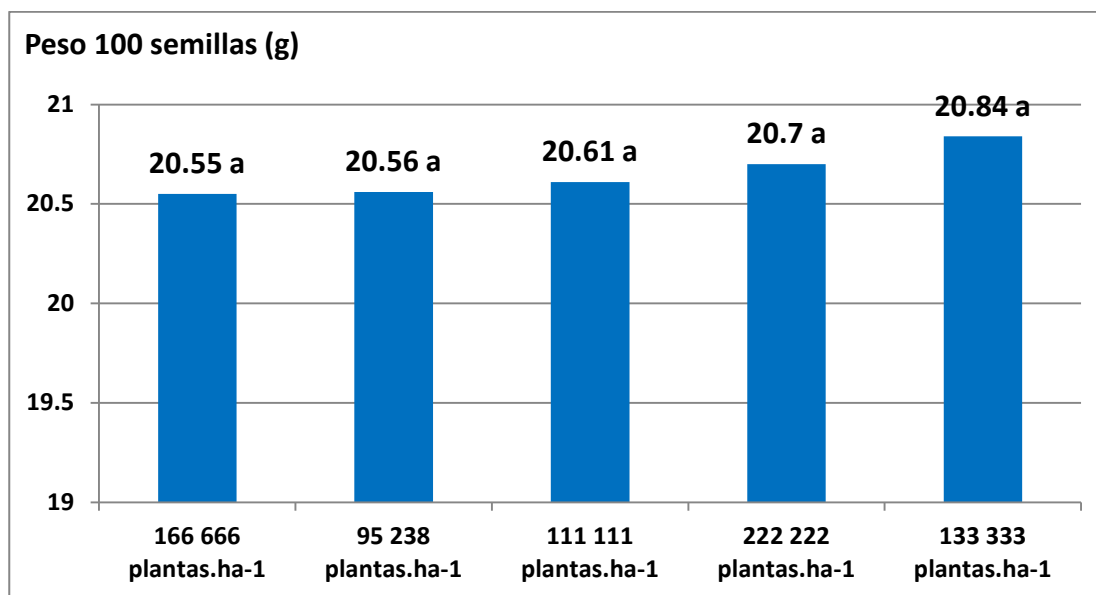
F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
<b>Bloques</b>	0.018	2	0.009	0.045	0.956 <b>N.S.</b>
<b>FA: Variedad</b>	17.972	1	17.972	90.737	0.000 **
<b>FB: Densidad</b>	0.344	4	0.086	0.434	0.782 <b>N.S.</b>
<b>A x B</b>	0.313	4	0.078	0.395	0.810 <b>N.S.</b>
<b>Error Experimental</b>	3.565	18	0.198		
<b>Total</b>	22.212	29			
$R^2 = 83.9\%$ $r = 91.6\%$ C.V. = 2.15%      Promedio = 20.65					

N.S. No significativo

\*\* Altamente significativo (99%)

**Cuadro 19: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor A: Variedades y respecto al peso de 100 semillas (g)**

Factor A	Descripción	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )	
		a	b
1	Panamito rojo	21.43	
2	Panamito pardo		19.88



**Gráfico 11: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor B: Densidades y respecto al peso de 100 semillas (g)**

## 8. Longitud de entrenudos en tallo principal (cm)

**Cuadro 20: Análisis de varianza para la longitud de entrenudos en tallo principal (cm)**

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
<b>Bloques</b>	0.087	2	0.043	0.643	0.537 <b>N.S.</b>
<b>FA: Variedad</b>	0.147	1	0.147	2.178	0.157 <b>N.S.</b>
<b>FB: Densidad</b>	8.527	4	2.132	31.593	0.000 <b>**</b>
<b>A x B</b>	0.121	4	0.030	0.448	0.773 <b>N.S.</b>
<b>Error Experimental</b>	1.215	18	0.067		
<b>Total</b>	10.097	29			
$R^2 = 88.0\%$ $r = 93.8\%$ C.V. = 6.8%      Promedio = 3.81					

N.S. No significativo

\*\* Altamente significativo (99%)

**Cuadro 21: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor A: Variedades y respecto a la longitud de entrenudos en tallo principal (cm)**

Factor A	Descripción	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
		a
1	Panamito rojo	3.88
2	Panamito pardo	3.74

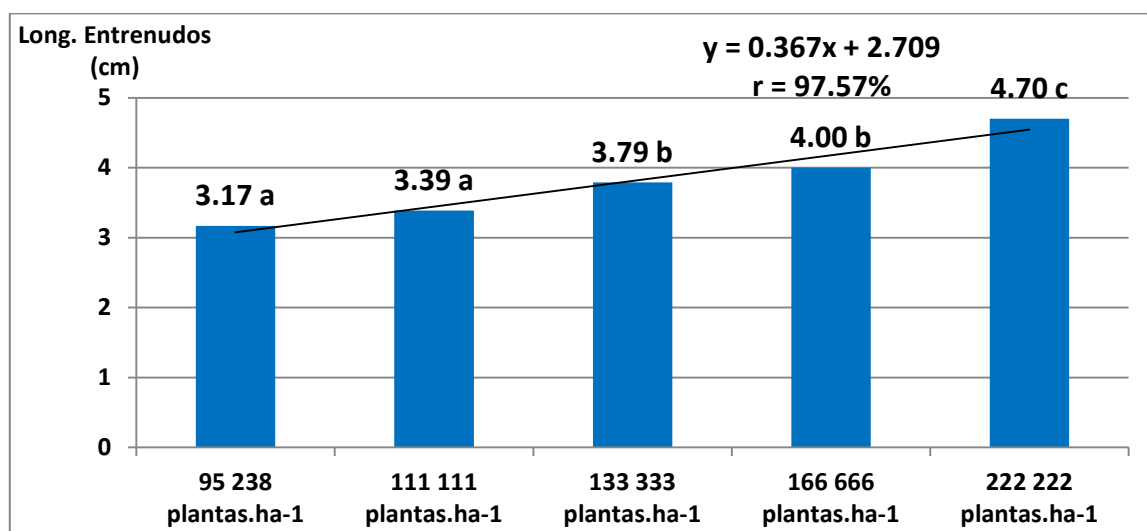


Gráfico 12: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor B: Densidades y respecto a la longitud de entrenudos en tallo principal (cm)

## 9. Altura de planta (cm)

Cuadro 22: Análisis de varianza para la altura de planta en cm

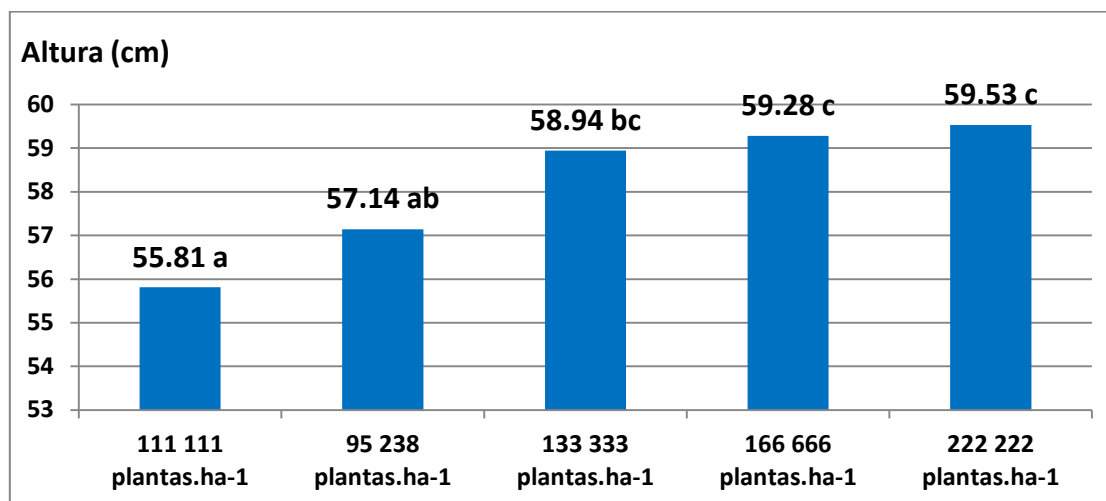
F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
<b>Bloques</b>	34.077	2	17.039	7.487	0.004 **
<b>FA: Variedad</b>	0.084	1	0.084	0.037	0.850 N.S.
<b>FB: Densidad</b>	61.986	4	15.497	6.809	0.002 **
<b>A x B</b>	1.828	4	0.457	0.201	0.935 N.S.
<b>Error Experimental</b>	40.965	18	2.276		
<b>Total</b>	138.941	29			
R <sup>2</sup> = 70.5%      r = 83.96%      C.V. = 2.6%      Promedio = 58.14					

N.S. No significativo

\*\* Altamente significativo (99%)

Cuadro 23: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor A: Variedades y respecto a la altura de planta en cm

Factor A	Descripción	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
		a
1	Panamito rojo	58.20
2	Panamito pardo	58.09



**Gráfico 13: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor B: Densidades y respecto a la altura de planta en cm**

**10. Porcentaje de emergencia**

**Cuadro 24: Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia (datos transformados por  $\sqrt{x}$ )**

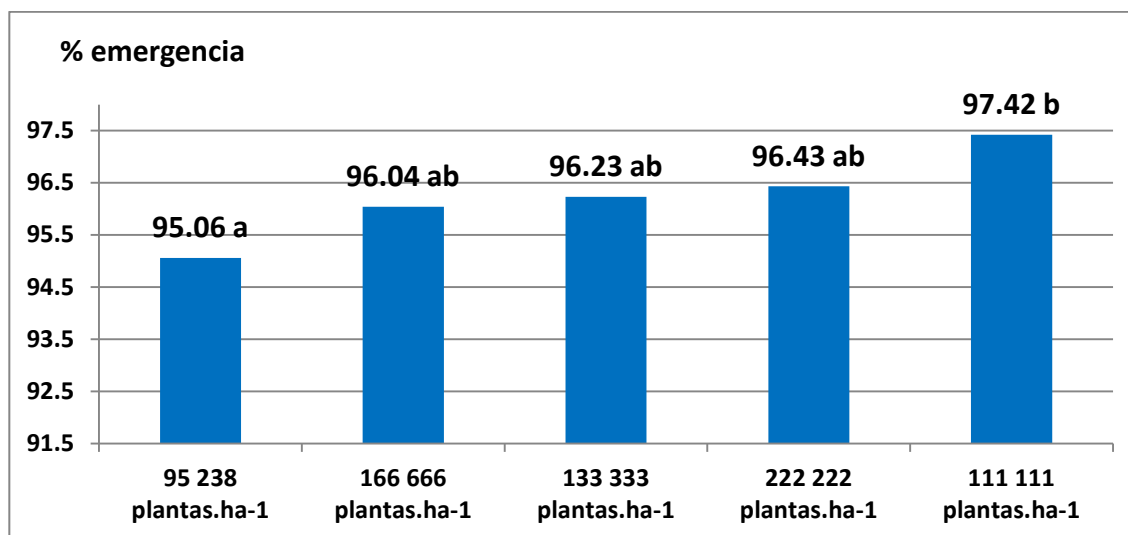
F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
<b>Bloques</b>	0.155	2	0.077	10.895	0.001 **
<b>FA: Variedad</b>	0.001	1	0.001	0.079	0.782 <b>N.S.</b>
<b>FB: Densidad</b>	0.043	4	0.011	1.503	0.243 <b>N.S.</b>
<b>A x B</b>	0.047	4	0.012	1.650	0.205 <b>N.S.</b>
<b>Error Experimental</b>	0.128	18	0.007		
<b>Total</b>	0.373	29			
$R^2 = 65.7\%$ $r = 81.05\%$ C.V. = 1.0%      Promedio = 9.81					

N.S. No significativo

\*\* Altamente significativo (99%)

**Cuadro 25: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor A: Variedades y respecto al porcentaje de emergencia**

Factor A	Descripción	Duncan ( $\alpha = 0.05$ )
		a
1	Panamito rojo	96.23
2	Panamito pardo	96.04



**Gráfico 14: Prueba de Duncan al 95% para los promedios de los niveles del factor B: Densidades y respecto al porcentaje de emergencia**

## 11. Análisis económico de los tratamientos

**Cuadro 26: Análisis económico de los tratamientos estudiados**

Tratamientos	Rendimiento (kg.ha <sup>-1</sup> )	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x kg (S/.)	Valor bruto de la producción (S/.)	Valor neto de la producción (S/.)	B/C	Rentabilidad (%)
T1 (222 222 PR)	1657,64	4028,85	3,00	4972,92	944,07	1,23	23,43
T2 (166 666 PR)	1560,35	3748,21	3,00	4681,05	932,84	1,25	24,89
T3 (133 333 PR)	1519,58	3620,09	3,00	4558,74	938,65	1,26	25,93
T4 (111 111 PR)	1192,99	3439,46	3,00	3578,97	139,51	1,04	4,06
T5 (95 238 PR)	920,90	3272,32	3,00	2762,70	-509,62	0,84	-15,57
T6 (222 222 PP)	1522,10	3937,84	3,00	4566,30	628,46	1,16	15,96
T7 (166 666 PP)	1538,65	3865,77	3,00	4615,95	750,18	1,19	19,41
T8 (133 333 PP)	1398,43	3679,87	3,00	4195,29	515,42	1,14	14,01
T9 (111 111 PP)	1174,20	3567,58	3,00	3522,60	-44,98	0,99	-1,26
T10 (95 238 PP)	882,77	3403,56	3,00	2648,31	-755,25	0,78	-22,19

## VI. DISCUSIONES

### 1. Del rendimiento en $\text{g.m}^2$

El cuadro 6 presenta el análisis de varianza para rendimiento en  $\text{g.m}^2$ , el cual determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas al 99% para las fuentes de variabilidad FA (variedades) y para FB (Densidad), indicando que al menos un nivel de cada uno de los factores es diferente a los demás, también no hay diferencia significativa en la interacción AxB, indicando que las variedades y densidades no han interactuado en el rendimiento en  $\text{g.m}^2$ . El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 98.3% explica altamente la relación entre los tratamientos estudiados y rendimiento en  $\text{g.m}^2$ , el cual se sustenta aún más con el coeficiente de correlación del 99.14%. El valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 3.29%, indica que la dispersión de la información obtenida es mínima y no necesita mayor discusión y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (Cuadro 7) para los promedios de los niveles del factor A (Variedades), determinó diferencias estadísticas significativas, donde el nivel A1 (Panamito rojo) con un promedio de  $142.2 \text{ g.m}^2$  de rendimiento superó estadísticamente al nivel A2 (Panamito pardo) que alcanzó un promedio de  $135.7 \text{ g.m}^2$ . Así mismo, la prueba de Duncan (gráfico 1) para los promedios de los niveles del factor B (Densidades) ordenados de menor a mayor también registró diferencias estadísticas significativas, donde los niveles B1 ( $222 \text{ 222 plantas.ha}^{-1}$ )

y B2 (166 666 plantas.ha<sup>-1</sup>) con promedios de 165.06 g.m<sup>2</sup> y 161.41 g.m<sup>2</sup> de rendimiento respectivamente resultaron ser estadísticamente iguales entre sí y los cuales superaron estadísticamente a los demás tratamientos, que alcanzaron promedios de 151.92 g.m<sup>2</sup>, 121.48 g.m<sup>2</sup> y 94.88 g.m<sup>2</sup> de rendimiento para los niveles B3 (133 333 plantas.ha<sup>-1</sup>), B4 (111 111 plantas.ha<sup>-1</sup>) y B5 (95 238 plantas.ha<sup>-1</sup>) g.m<sup>2</sup> respectivamente.

Es notoria la respuesta del rendimiento en g.m<sup>2</sup> en función directa a la densidad de plantas por unidad de área, describiendo una curva de regresión lineal positiva de  $Y = 18.029x + 84.863$  y un alto valor de correlación del 95.0%, es decir que los mayores rendimientos en g.m<sup>2</sup> obtenidos estuvieron relacionados con la mayor densidad de plantas, por tener mayor cantidad de hojas, mayor capacidad de absorber la radiación solar y por lo tanto mayor capacidad fotosintética. Además CIAT (1984), manifiesta que como las flores del frejol que son estructuras reproductivas y se originan de los nudos, se esperaría que cuanto mayor sea el número de nudos, mayor sería el rendimiento, ya que en nuestra evaluación la mayor cantidad de nudos se obtuvo a mayores densidades de plantas.

Así mismo ajustando los valores que obtuvieron el CIAT (1982) en su ensayo de cuatro cultivares escogidas de frejol de hábito de crecimiento Tipo I con cuatro densidades de población, reportaron un rendimiento que varió desde 129 a 166 g.m<sup>2</sup> y un promedio general de 146 g.m<sup>2</sup>, resultado muy similar al promedio alcanzado cuando ensayamos una densidad de 133 333 plantas.ha<sup>-1</sup>



obteniéndose un rendimiento de 151.92 g.m<sup>2</sup>. Por otro lado, los caracteres morfológicos relacionados con arquitectura de planta deben ser identificados en cada variedad porque son de herencia compleja, o bien que están ligados con un color o tamaño de grano determinado (Kelly y Adams, 1987), ya que se encontró variabilidad del tamaño de granos.

## 2. **Del rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>**

El cuadro 8 presenta el análisis de varianza para rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>, el cual determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas al 99% para las fuentes de variabilidad FA (variedades) y para FB (Densidad), indicando que al menos un nivel cada uno de los factores es diferente a los demás, también no hay diferencia significativa en la interacción AxB, indicando que las variedades y densidades no han interactuado en el rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>. El Coeficiente de Determinación (R<sup>2</sup>) con un valor de 97.5% explica altamente la relación entre los tratamientos estudiados y rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>, el cual se sustenta aún más con el coeficiente de correlación del 98.74%. El valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 4.1%, indica que la dispersión de la información obtenida es mínima y no necesita mayor discusión y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (Cuadro 9) para los promedios de los niveles del factor A (Variedades), determinó diferencias estadísticas significativas, donde el nivel A1 (panamito rojo) con un promedio de 1370.3 kg.ha<sup>-1</sup> de rendimiento superó

estadísticamente al nivel A2 (panamito pardo) que alcanzó un promedio de 1303.2 kg.ha<sup>-1</sup>. Así mismo, la prueba de Duncan (gráfico 2) para los promedios de los niveles del factor B (Densidades) ordenados de menor a mayor también registró diferencias estadísticas significativas, donde los niveles B1 (222 222 plantas.ha<sup>-1</sup>) y B2 (166 666 plantas.ha<sup>-1</sup>) con promedios de 1589.87 kg.ha<sup>-1</sup> y 1549.50 kg.ha<sup>-1</sup> de rendimiento respectivamente resultaron ser estadísticamente iguales entre sí y los cuales superaron estadísticamente a los demás tratamientos, que alcanzaron promedios de 1459.01 kg.ha<sup>-1</sup>, 1183.6 kg.ha<sup>-1</sup> y 901.84 kg.ha<sup>-1</sup> de rendimiento para los niveles B3 (133 333 plantas.ha<sup>-1</sup>), B4 (111 111 plantas.ha<sup>-1</sup>) y B5 (95 238 plantas.ha<sup>-1</sup>) respectivamente.

La evaluación de esta variable también determinó una respuesta lineal positiva del rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup> en función directa a la densidad de plantas por unidad de área, o sea que a mayor densidad de plantas mayor fue el rendimiento obtenido, describiéndose una curva de regresión lineal positiva  $Y = 174.2x + 814.18$ , y un alto nivel de correlación del 94.9%.

### **3. Del número de ramas laterales por planta**

El cuadro 10 presenta el análisis de varianza para el número de ramas laterales por planta, el cual determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas al 99% para las fuentes de variabilidad Bloques y diferencias estadísticas significativas al 95% para FB (Densidad), indicándonos que los bloques fueron heterogéneos entre sí y que al menos un nivel del Factor B es diferente a los demás, también no hay diferencia significativa en la interacción

AxB, indicando que las variedades y densidades no han interactuado en el número de ramas laterales por planta. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 72.8% explica altamente la relación entre los tratamientos estudiados y el número de ramas laterales por planta, el cual se sustenta aún más con el coeficiente de correlación del 85.32%. El valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 2.04%, indica que la dispersión de la información obtenida es mínima y no necesita mayor discusión y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (Cuadro 11) para los promedios de los niveles del factor A (Variedades), no detectó diferencias estadísticas significativas, donde el nivel A1 (panamito rojo) con un promedio de 4.8 ramas laterales por planta fue estadísticamente igual al nivel A2 (Panamito pardo) que alcanzó un promedio de 4.75 ramas laterales por planta. Por otro lado, la prueba de Duncan (gráfico 3) para los promedios de los niveles del factor B (Densidades) ordenados de menor a mayor, si registró diferencias estadísticas significativas entre sus promedios; donde el nivel B5 (95 238 plantas.ha<sup>-1</sup>) con un promedio de 5.06 ramas laterales por planta superó estadísticamente a los promedios de los demás niveles, seguido del B4 (111 111 plantas.ha<sup>-1</sup>), B3 (133 333 plantas.ha<sup>-1</sup>), B2 (166 666 plantas.ha<sup>-1</sup>) y B1 (222 222 plantas.ha<sup>-1</sup>) que alcanzaron promedios de 4.79 , 4.71 , 4.71 y 4.62 ramas laterales por planta respectivamente.

La respuesta del número de ramas laterales por planta está en función inversa a la densidad de plantas por unidad de área, describiendo una curva de regresión

lineal polinómica de  $Y = 0.0314x^2 - 0.0926x + 4.71$  y un alto nivel de correlación del 96.47%, en otras palabras, el número de ramas laterales por planta se incrementó en medida que la densidad de plantas disminuyó, indicando que hubo menos competencia de nutrientes, de luz solar, de agua y más espacio para el desarrollo de ramas laterales por planta.

Así mismo ajustando los valores que obtuvieron el CIAT (1982) en su ensayo de cuatro cultivares escogidas de frejol de hábito de crecimiento Tipo I con cuatro densidades de población, reportaron que el valor de número de rama laterales por planta varió desde 4.2 a 5.4 con un promedio general de 4.8 ramas laterales por planta, resultado muy similar al promedio obtenido en el presente trabajo de investigación con 4.78 ramas laterales por planta y con una variación desde 4.62 con una densidad de 222 222 plantas.ha<sup>-1</sup> a 5.06 para una densidad de 95 238 plantas.ha<sup>-1</sup>.

#### **4. Del número de nudos por rama lateral**

El cuadro 12 presenta el análisis de varianza para el número de nudos por rama lateral, el cual determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas al 99% para las fuentes de variabilidad FB (Densidad) y para la interacción AxB (Variedad x Densidad) situación que anula la interpretación literal inicial de los resultados obtenidos. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 92.3% explica altamente la relación entre los tratamientos estudiados y el número de nudos por rama lateral, el cual se sustenta aún más con el coeficiente de correlación del 96.1%. El valor obtenido para el coeficiente de

variabilidad (CV) de 1.0%, indica que la dispersión de la información obtenida es mínima y no necesita mayor discusión y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (Cuadro 13) para los promedios de los niveles del factor A (Variedades), no detectó diferencias estadísticas significativas, donde el nivel A1 (Panamito rojo) con un promedio de 3.38 nudos por rama fue estadísticamente igual al nivel A2 (Panamito pardo) que alcanzó un promedio de 3.38 nudos por rama lateral. Por otro lado, la prueba de Duncan (gráfico 4) para los promedios de los niveles del factor B (Densidades) ordenados de menor a mayor, si registró diferencias estadísticas significativas entre sus promedios; donde el nivel B5 (95 238 plantas.ha<sup>-1</sup>) con un promedio de 3.69 nudos por rama lateral, seguido de los niveles B4 (111 111 plantas.ha<sup>-1</sup>) y B3 (133 333 plantas.ha<sup>-1</sup>) que arrojaron promedios de 3.50 y 3.37 nudos por rama lateral resultaron ser estadísticamente iguales entre sí, los cuales superaron a los promedios de los niveles B2 (166 666 plantas.ha<sup>-1</sup>) y B1 (222 222 plantas.ha<sup>-1</sup>) que obtuvieron promedios de 3.2 y 3.13 nudos por rama lateral respectivamente.

La respuesta del número de nudos por rama lateral está en función inversa a la densidad de plantas por unidad de área, describiendo una curva de regresión lineal de  $Y = 0.142x + 2.952$  y un alto nivel de correlación del 99.06%, es decir que el número de nudos por rama lateral se incrementó a medida que la densidad de plantas por unidad de área disminuyó, por la misma razón que hubo mayor número de ramas laterales por planta.

Al evaluar el efecto de la interacción (gráfico 5) de los promedios de los niveles de A (Variedades) dentro de los niveles de B (Densidades), que por cierto fue significativo estadísticamente al 99%, se puede apreciar que A1 (panamito rojo) supera en sus promedios al nivel A2 (panamito pardo) desde una densidad de planta igual a 222 222 plantas.ha<sup>-1</sup> hasta 133 333 plantas.ha<sup>-1</sup> y luego disminuye a partir de una densidad de 111 111 plantas.ha<sup>-1</sup> hasta 95 238 plantas.ha<sup>-1</sup> describiendo una línea de crecimiento menos pronunciada a medida que decrece la densidad de plantas por hectárea. Por otro lado el nivel A2 (panamito pardo) describe un comportamiento más homogéneo con una pendiente más pronunciada a medida que la densidad de plantas por unidad de área disminuye.

Los efectos simples para la interacción de los niveles del Factor B (gráfico 6) dentro de los niveles del Factor A (Variedades) se define la interacción de los promedios de los niveles B1 (222 222 plantas.ha<sup>-1</sup>) y B2 (166 666 plantas.ha<sup>-1</sup>) dentro de A1 (panamito rojo), donde el promedio de B2 varía muy poco de 1,79 a 1.783 y B1 disminuye desde 1.797 nudos por rama en A1 hasta 1.74 nudos por rama lateral en A2 (panamito pardo).

Así mismo ajustando los valores que obtuvieron el CIAT (1982) en su ensayo de cuatro cultivares escogidas de frejol de hábito de crecimiento Tipo I con cuatro densidades de población, reportaron que el valor del número de nudos por rama lateral varió desde 2.6 a 3.8 con un promedio general de 3.0 nudos por rama lateral, resultado muy similar al promedio obtenido en el presente trabajo de investigación con 3.38 nudos por rama lateral y con una variación desde 3.13 con

una densidad de 222 222 plantas.ha<sup>-1</sup> a 3.69 con una densidad de 95 238 plantas.ha<sup>-1</sup>.

## **5. Del número de nudos en el tallo principal**

El cuadro 14 presenta el análisis de varianza para el número de nudos en el tallo principal, el cual determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad Bloques y diferencia estadística significativa al 95% para la interacción AxB (Variedad x Densidad) situación que anula la interpretación literal inicial de los resultados obtenidos. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 69.9% explica ajustadamente la relación entre los tratamientos estudiados y el número de nudos en el tallo principal, por otro lado el coeficiente de correlación del 83.6% establece una excelente correlación entre los tratamientos estudiados y el número de nudos en el tallo principal. El valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 0.4%, indica que la dispersión de la información obtenida es mínima y no necesita mayor discusión y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (Cuadro 15) para los promedios de los niveles del factor A (Variedades), no detectó diferencias estadísticas significativas, donde el nivel A1 (panamito rojo) con un promedio de 8.88 nudos fue estadísticamente igual al nivel A2 (panamito pardo) que alcanzó un promedio de 8.82 nudos en tallo principal. Por otro lado, la prueba de Duncan (gráfico 7) para los promedios de los niveles del factor B (Densidades) ordenados de menor a mayor, tampoco



registró diferencias estadísticas significativas entre sus promedios; donde el nivel B3 (133 333 plantas.ha<sup>-1</sup>) con un promedio de 8.84 nudos fue el que alcanzó el menor promedio y el nivel B4 (111 111 plantas.ha<sup>-1</sup>) con un promedio de 8.87 nudos en tallo principal el que alcanzó el mayor promedio.

La respuesta de esta variable es una característica propia de la planta, corroborado por Arias, Rengifo y Jaramillo en el 2007, indicando que las plantas de hábito de crecimiento tipo I, tienen el tallo fuerte con un bajo número de entrenudos, de cinco a diez normalmente cortos, lo que implica también un bajo número de nudos en tallo principal; sustentándose aún más con lo que afirma CIAT 1984 que bajo condiciones similares de ambiente, el número de nudos del tallo de un material genéticamente puro se considera como un carácter de poca variación.

Al evaluar el efecto de la interacción (gráfico 8) de los promedios de los niveles de A (Variedades) dentro de los niveles de B (Densidades), que por cierto fue significativo estadísticamente al 95%, se puede apreciar que A2 (panamito pardo) supera en sus promedios al nivel A1 (panamito rojo) solo cuando estuvieron sometidos a densidades de 166 666 y 133 333 plantas.ha<sup>-1</sup>, mientras que el nivel A1 supera a los promedios de A2 cuando estos estuvieron sometidos a densidades de 222 222, 111 111 y 95 238 plantas.ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Los efectos simples para la interacción de los niveles del Factor B (gráfico 9) dentro de los niveles del Factor A (Variedades) se define por la interacción de los



promedios de los niveles B4 (111 111 plantas.ha<sup>-1</sup>) y B5 (95 238 plantas.ha<sup>-1</sup>) que tuvieron un comportamiento paralelo entre sí y contrarios a los promedios de los niveles B1 (222 222 plantas.ha<sup>-1</sup>), B2 (166 666 plantas.ha<sup>-1</sup>) y B3 (133 333 plantas.ha<sup>-1</sup>) dentro de A1 (panamito rojo) y A2 (panamito pardo) respectivamente.

Así mismo ajustando los valores que obtuvieron el CIAT (1982) en su ensayo de cuatro cultivares escogidas de frejol de hábito de crecimiento Tipo I con cuatro densidades de población, reportaron que el valor del número de nudos en tallo principal varió desde 8.9 a 11.0 con un promedio general de 9.7 nudos en tallo principal, resultado mayor al promedio obtenido en el presente trabajo de investigación con 8.85 nudos en tallo principal y con una variación mínima desde 8.84 con una densidad de 133 333 plantas.ha<sup>-1</sup> a 8.87 para una densidad de 111 111 plantas.ha<sup>-1</sup>.

## **6. Del número de nudos.m<sup>2</sup>**

El cuadro 16 presenta el análisis de varianza para el número de nudos.m<sup>2</sup>, el cual determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas al 99% para las fuentes de variabilidad Bloques y para el Factor B (Densidad), indicando que al menos un nivel es diferente a los demás, también no hay diferencia significativa en la interacción AxB, indicando que las variedades y densidades no han interactuado en el número de nudos.m<sup>2</sup>. El Coeficiente de Determinación (R<sup>2</sup>) con un valor de 98.9% explica altamente la relación entre los tratamientos estudiados y número de nudos.m<sup>2</sup>, el cual se sustenta fuertemente con el valor

del coeficiente de correlación del 99.44%. El valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 1.65%, indica que la dispersión de la información obtenida es mínima y no necesita mayor discusión y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (Cuadro 17) para los promedios de los niveles del factor A (Variedades), no estableció diferencias estadísticas significativas, donde el nivel A1 (panamito rojo) con un promedio de 488.41 nudos.m<sup>2</sup> resultó estadísticamente igual al promedio alcanzado por el nivel A2 (panamito pardo) que alcanzó un promedio de 483.56 nudos.m<sup>2</sup>. Sin embargo, la prueba de Duncan (gráfico 10) para los promedios de los niveles del factor B (Densidades) ordenados de menor a mayor registró diferencias estadísticas significativas, donde el nivel B1 (222 222 plantas.ha<sup>-1</sup>) con un promedio de 654.34 nudos.m<sup>2</sup> superó estadísticamente a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos en los niveles B2 (166 666 plantas.ha<sup>-1</sup>), B3 (133 333 plantas.ha<sup>-1</sup>), B4 (111 111 plantas.ha<sup>-1</sup>) y B5 (95 238 plantas.ha<sup>-1</sup>) con promedios de 574.56 nudos.m<sup>2</sup>, 495.95 nudos.m<sup>2</sup>, 412.09 nudos.m<sup>2</sup> y 328.69 nudos.m<sup>2</sup> respectivamente resultando ser estadísticamente diferentes entre sí.

La respuesta del número de nudos.m<sup>2</sup> está en función directa a la densidad de plantas por unidad de área, describiendo una curva de regresión lineal positiva igual a  $Y = 81.377x + 249$  y un alto nivel de correlación igual a 99.98%, es decir que a mayor densidad de plantas mayor fue el número de nudos.m<sup>2</sup> obtenido por los tratamientos estudiados, tal y como lo discutimos en el rendimiento en g.m<sup>2</sup>,

que se esperaría que cuanto mayor sea el número de nudos, mayor sería el rendimiento CIAT (1994).

## **7. Del peso de 100 semillas (g)**

El cuadro 18 presenta el análisis de varianza para el peso de 100 semillas (g), el cual determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas al 99% para la fuente de variabilidad Factor A (Variedad), indicando que al menos un nivel es diferente a los demás, también no hay diferencia significativa en la interacción AxB, indicando que las variedades y densidades no han interactuado en el peso de 100 semillas. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 83.9% explica altamente la relación entre los tratamientos estudiados y peso de 100 semillas, el cual se sustenta fuertemente con el valor del coeficiente de correlación del 91.6%. El valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 2.15%, indica que la dispersión de la información obtenida es mínima y no necesita mayor discusión y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (Cuadro 19) para los promedios de los niveles del factor A (Variedades), detectó diferencias estadísticas significativas, donde el nivel A1 (panamito rojo) con un promedio de 21.43 g resultó superior estadísticamente al promedio alcanzado por el nivel A2 (panamito pardo) que obtuvo un promedio de 19.88 g respecto al peso de 100 semillas. Por otro lado, la prueba de Duncan (gráfico 11) para los promedios de los niveles del factor B (Densidades) ordenados de menor a mayor no registró diferencias estadísticas significativas

entre los promedios de los niveles del factor B, determinándose que el que obtuvo el menor promedio fue el B2 (166 666 plantas.ha<sup>-1</sup>) con un valor igual a 20.55 g y que alcanzó el mayor promedio fue el nivel B3 (133 333 plantas.ha<sup>-1</sup>) con un valor igual a 20.84 g de peso de 100 semillas, es decir la máxima diferencia entre los tratamientos fue de 0.29 g.

La respuesta del peso de 100 semillas determinó que estuvo marcada únicamente por la variedad, mas no por los tratamientos en estudio con diferentes densidades, mostrando el potencial de peso que tiene cada variedad estudiada, ya que el panamito rojo obtuvo semillas más grandes traduciéndose en mayor peso de 100 semillas.

#### **8. De la longitud de entrenudos en tallo principal (cm)**

El cuadro 20 presenta el análisis de varianza para la longitud de entrenudos en tallo principal, el cual determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas al 99% solamente para la fuente de variabilidad Factor B (Densidad), indicando que al menos un nivel es diferente a los demás, también no hay diferencia significativa en la interacción AxB, indicando que las variedades y densidades no han interactuado en la longitud de entrenudos en tallo principal. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 88.0% explica altamente la relación entre los tratamientos estudiados y la longitud de los entrenudos en el tallo principal, el cual se sustenta fuertemente con el valor del coeficiente de correlación del 93.8%. El valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 6.8%, indica que la dispersión de la información obtenida en

campo fue pequeña y no necesita mayor discusión y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (Cuadro 21) para los promedios de los niveles del factor A (Variedades), no estableció diferencias estadísticas significativas, donde el nivel A1 (panamito rojo) con un promedio de 3.88 cm de longitud resultó estadísticamente igual al promedio alcanzado por el nivel A2 (panamito pardo) que alcanzó un promedio de 3.74 cm de longitud del entrenudo en tallo principal. Sin embargo, la prueba de Duncan (gráfico 12) para los promedios de los niveles del factor B (Densidades) ordenados de menor a mayor registró diferencias estadísticas significativas, donde el nivel B1 (222 222 plantas.ha<sup>-1</sup>) con un promedio de 4.7 cm superó estadísticamente a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos en los niveles B2 (166 666 plantas.ha<sup>-1</sup>), B3 (133 333 plantas.ha<sup>-1</sup>), B4 (111 111 plantas.ha<sup>-1</sup>) y B5 (95 238 plantas.ha<sup>-1</sup>) con promedios de 4.0 cm, 3.79 cm, 3.39 cm y 3.17 cm de longitud de entrenudo en tallo principal respectivamente resultando también ser estadísticamente diferentes entre sí.

La respuesta de la longitud de entrenudos en tallo principal está en función directa a la densidad de plantas por unidad de área, describiendo una curva de regresión lineal positiva igual a  $Y = 0.367x + 2.709$  y un alto nivel de correlación igual a 97.57%, es decir que a mayor densidad de plantas mayor fue la longitud de entrenudos en tallo principal obtenido por los tratamientos estudiados. Cabe mencionar que de esta variable depende la altura de la planta y es uno de los

caracteres morfoagronómicos de la planta para determinar su arquitectura final, como lo afirma CIAT en 1984.

Así mismo ajustando los valores que obtuvieron el CIAT (1982) en su ensayo de cuatro cultivares escogidas de frejol de hábito de crecimiento Tipo I con cuatro densidades de población, reportaron que el valor de la longitud de entrenudos en tallo principal varió desde 2.7 cm a 4.1 cm con un promedio general de 3.5 cm de longitud de entrenudos en tallo principal, resultado muy similar al promedio obtenido en el presente trabajo de investigación con 3.81 cm de longitud de entrenudos en tallo principal y con una variación desde 3.17 cm con una densidad de 95 238 plantas.ha<sup>-1</sup> a 4.7 cm para una densidad de 222 222 plantas.ha<sup>-1</sup> determinándose una relación de la longitud de entrenudos en tallo principal en función al incremento de la densidad de plantas, es decir los resultados obtenidos indican que las densidades de población tiene efectos significativos en la expresión de la longitud de entrenudos en tallo principal, tal como indica el CIAT en su informe anual de 1982.

## **9. De la altura de planta (cm)**

El cuadro 22 presenta el análisis de varianza para la altura de planta, el cual determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas al 99% para las fuentes de variabilidad Bloques y para el Factor B (Densidad), indicando que al menos un nivel es diferente a los demás, también no hay diferencia significativa en la interacción AxB, indicando que las variedades y densidades no han interactuado en la altura de planta. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con

un valor de 70.5% explica suficientemente la relación entre los tratamientos estudiados y la altura de planta, el cual se sustenta fuertemente con el valor del coeficiente de correlación del 83.96%. El valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 2.6%, indica que la dispersión de la información obtenida es mínima y no necesita mayor discusión y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).

La prueba de Duncan (Cuadro 23) para los promedios de los niveles del factor A (Variedades), no estableció diferencias estadísticas significativas, donde el nivel A1 (panamito rojo) con un promedio de 58.2 cm resultó estadísticamente igual al promedio alcanzado por el nivel A2 (panamito pardo) que alcanzó un promedio de 58.09 cm. Sin embargo, la prueba de Duncan (gráfico 13) para los promedios de los niveles del factor B (Densidades) ordenados de menor a mayor si registró diferencias estadísticas significativas, donde los niveles B1 (222 222 plantas.ha<sup>-1</sup>) y B2 (166 666 plantas.ha<sup>-1</sup>) con promedios de 59.53 cm y 59.28 cm de altura de planta resultaron ser estadísticamente iguales entre sí y los cuales superaron estadísticamente a los promedios de los niveles B5 (95 238 plantas.ha<sup>-1</sup>) y B4 (111 111 plantas.ha<sup>-1</sup>), que obtuvieron promedios de 57.14 cm y 55.81 cm de altura de planta respectivamente.

En general se puede afirmar que esta variable determinó una respuesta lineal positiva de la altura de planta en función a la densidad de plantas por unidad de área, es decir que la mayor altura de planta obtenida fue a mayor densidad de plantas, debiendo atribuirse estos resultados a que implican mayores



competencias por agua, nutrientes, espacio y sobre todo luz solar, dando como resultado mayor crecimiento fisiológico. Así mismo como lo discutimos en la longitud de entrenudos en tallo principal que de esta variable dependía la altura de planta, CIAT 1984.

#### **10. Del porcentaje de emergencia**

El cuadro 24 presenta el análisis de varianza para el porcentaje de emergencia, el cual determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas al 99% solamente para la fuente de variabilidad Bloques, indicándonos que estos fueron heterogéneos entre sí, también no hay diferencia significativa en la interacción AxB, indicando que las variedades y densidades no han interactuado en el porcentaje de emergencia. El Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ) con un valor de 65.70% explica muy poco la relación entre los tratamientos estudiados y porcentaje de emergencia, a pesar que el coeficiente de correlación fue de 81.05%, la relación existente no explica el efecto de los tratamientos estudiados, puesto que tanto la germinación como el porcentaje de emergencia en campo son funciones ligadas fuertemente a la energía interna de la semilla, la cual activa la división celular y crecimiento del mismo en presencia de humedad y temperatura adecuada y no necesariamente a la densidad y/o variedad. Por otro lado el valor obtenido para el coeficiente de variabilidad (CV) de 1.0%, indica que la dispersión de la información obtenida en campo fue exigua y no necesita mayor discusión y el cual se encuentra dentro del rango aceptado para estudios en terreno definitivo, corroborado por Calzada (1982).



La prueba de Duncan (Cuadro 25) para los promedios de los niveles del factor A (Variedades), no detectó diferencias estadísticas significativas, donde el nivel A1 (panamito rojo) con un promedio de 96.23% de emergencia resultó estadísticamente igual al promedio alcanzado por el nivel A2 (panamito pardo) que alcanzó un promedio de 96.04% de emergencia. Sin embargo, la prueba de Duncan (gráfico 14) para los promedios de los niveles del factor B (Densidades) ordenados de menor a mayor registró diferencias estadísticas significativas, donde el nivel B4 (111 111 plantas.ha<sup>-1</sup>) con un promedio de 97.42% resultó ser estadísticamente igual a los niveles B1 (222 222 plantas.ha<sup>-1</sup>), B3 (133 333 plantas.ha<sup>-1</sup>) y B2 (166 666 plantas.ha<sup>-1</sup>) que alcanzaron promedios de 96.43%, 96.23% y 96.04% de emergencia respectivamente y superando únicamente al nivel B5 (95 238 plantas.ha<sup>-1</sup>) que obtuvo un promedio de 95.06% de emergencia.

La respuesta del porcentaje de emergencia no dependió de la densidad ni de la variedad, siendo necesario indicar que el éxito germinativo dependió de las condiciones intrínsecas de la semilla, de las condiciones adecuadas para la germinación (humedad, disponibilidad de oxígeno y de una temperatura adecuada), que permitió la absorción de agua por la semilla que desencadenó una secuencia de cambios metabólicos en una forma holística y generalizada en todos los tratamientos estudiados, que incluyeron la respiración, la síntesis proteica y la movilización de reservas. A su vez la división y el alargamiento celular en el embrión provocaron la rotura de las cubiertas seminales, que

produjeron la emergencia de la radícula, tal como indican los autores Curtis y Barnes (2006) y Razek (1984).

## **11. Del análisis económico**

En el cuadro 26, se presenta el análisis económico de los tratamientos donde se representa en valor el costo total de producción para cada uno de los tratamientos estudiados, esto fue construido sobre la base del rendimiento en  $\text{kg.ha}^{-1}$ , el costo de producción, el precio de venta por kg (Dirección Regional Agraria San Martín - Dirección de Estadística Agraria, 2012).

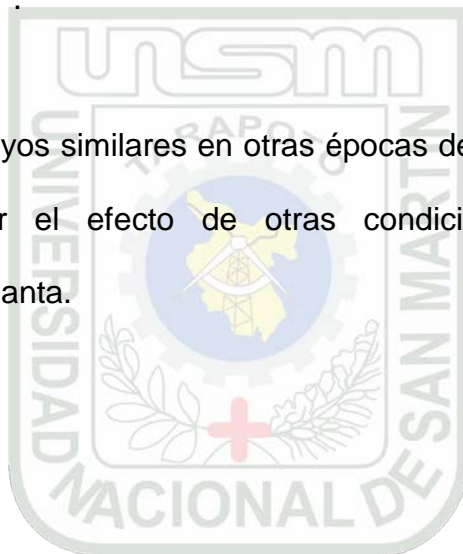
Se puede apreciar que los tratamientos que arrojaron índices de B/C superiores a 1 fueron el T1 (222 222 plantas. $\text{ha}^{-1}$  PR ), T2 (166 666 plantas. $\text{ha}^{-1}$  PR ), T3 (133 333 plantas. $\text{ha}^{-1}$  PR ), T4 (111 111 plantas. $\text{ha}^{-1}$  PR), T6 (222 222 plantas. $\text{ha}^{-1}$  PP ), T7 (166 666 plantas. $\text{ha}^{-1}$  PP) y T8 (133 333 plantas. $\text{ha}^{-1}$  PP) con valores B/C de 1,23; 1,25; 1,26; 1,04; 1,16; 1,19 y 1,14 respectivamente, lo que significó que los ingresos fueron superiores a los egresos, en otras palabras, los beneficios fueron mayores a la inversión realizada por unidad de área y en consecuencia los tratamientos han generado riqueza. Por otro lado, el tratamiento que arrojó el valor más alto de la relación Beneficio/Costo de 1,26 fue el tratamiento T3 (133 333 plantas. $\text{ha}^{-1}$ ) en la variedad de Panamito Rojo, definiendo un beneficio de S/. 938,65 nuevos soles y una rentabilidad de 25,93%.

## VII. CONCLUSIONES

1. La variedad panamito rojo superó estadísticamente al panamito pardo en rendimiento en  $\text{g.m}^2$ , rendimiento en  $\text{kg.ha}^{-1}$  y peso de 100 semillas, no detectando diferencias significativas en el número de ramas laterales por planta, número de nudos por rama lateral, número de nudos en tallo principal, número de nudos. $\text{m}^2$ , longitud de entrenudos en tallo principal y altura de planta. El número de nudos en tallo principal y peso de 100 semillas no detectaron diferencias significativas entre las cinco densidades de plantas. El rendimiento en  $\text{g.m}^2$ , rendimiento en  $\text{kg.ha}^{-1}$ , número de nudos. $\text{m}^2$  y longitud de entrenudos en tallo principal, respondieron directamente al incremento de densidad de plantas, contrario al número de ramas laterales por planta y número de nudos por rama lateral que respondieron en función inversa al incremento de densidad de plantas.
2. Los tratamientos que arrojaron índices de B/C superiores a 1 fueron el T1, T2, T3, T4, T6, T7 y T8. Siendo el tratamiento T3 (133 333 plantas. $\text{ha}^{-1}$  PR) que arrojó el valor más alto de la relación B/C con 1,26, definiendo una rentabilidad de 25,93%.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se recomienda replicar la siembra de la variedad panamito rojo a una densidad de 222 222 plantas.ha<sup>-1</sup>.
2. Continuar con ensayos similares en otras épocas del año de tal manera que nos permita determinar el efecto de otras condiciones agroclimáticas en la arquitectura de la planta.



## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Arias, I. A. 1979. "Distancias de siembra en Caraota *Phaseolus vulgaris* L.". Agronomía Tropical Venezuela. 20 p.
- Arias, J. H., Rengifo, T. y Jaramillo, M. 2007. "Manual de Buenas Prácticas Agrícolas, en la Producción de Fríjol Voluble". Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA - Centro de Investigación La Selva, convenio FAO - MANA. Medellín – Colombia. 167 p.
- Box, M. J. 1961. "Leguminosas de grano". Salvat editores S.A. Barcelona. 311 p.
- Bruno, J. 1990. "Leguminosas alimenticias". Distribuidora Fraele S.A. Lima-Perú.
- Calzada, Benza. J. 1984. "Métodos estadísticos para la investigación"
- Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. 1978. "Resumen analítico sobre frejol". Volumen III. CIAT, Cali – Colombia. 308 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. 1982. "Etapas de desarrollo de la planta de frijol común". CIAT, Cali - Colombia. Guía de estudio. 26 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. 1983. "Programa de frijol. Informe anual. 1982". CIAT, Cali - Colombia. 278 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. 1983. "Metodología para obtener semillas de calidad de frijol". Editado y compilado por Unidad de semillas del CIAT, Cali – Colombia. 194 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. 1984. "Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Guía de estudio. CIAT, Cali – Colombia. 49 p.

- Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. 1985. "Evaluación de variables cuantitativas en frejol común (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT, Cali - Colombia. 22 p.
- Chávez, J., Portocarrero, A. y Valladolid, A. 2008. "Cultivo de frejol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Selva Alta". Proyecto leguminosas de grano de la E.E.A "El Porvenir" – Tarapoto. 13 p.
- Curtis, E. y Barnes, N. S. 2006. "Biología. La vida de las plantas. Hormonas y la regulación del crecimiento y desarrollo de las plantas". <http://preujct.cl/biologia/curtis/libro/c38b.htm>.
- Dirección Regional Agraria San Martín - Dirección de Estadística Agraria, 2012.
- Flor, M. C. 1985. "Revisión de algunos criterios sobre la recomendación de fertilizantes en fríjol". En: Fríjol: Investigación y producción CIAT 1985. pp. 287-312
- Helmut, W. R. 1978. "Plantas cultivos y cosechas". Editores Aedos Barcelona. Primera edición. 509 p.
- Holdridge, R. 1975. "Ecología basada en la zona de vida. IICA. San José-Costa Rica. 25 p.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria - INIA. 1980. "Utilización de los resultados de investigación en apoyo de la producción agraria". Lima – Perú. 20 p.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria - INIA. 1989. "Amarillo Tarapoto nueva variedad de frejol". Boletín técnico. INIA E.E."El Porvenir".
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria - INIA. 2010. "Líneas promisorias de frejol arbustivo para ser liberada en el 2010". INIA E.E."El Porvenir". 3 p.

- Kelly, J. D. y M. W. Adams. 1987. Phenotypic recurrent selection in ideotype breeding of pinto beans. *Euphytica* 36:69-80.
- León, J. 1987. "Botánica de los cultivos tropicales". Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. San José – Costa Rica. 445 p.
- Mostacero, J., Mejía, F. y Gamarra, O. 2002. "Taxonomía de las fanerógamas útiles del Perú". Trujillo – Perú. Volumen I. 667 p.
- Profrijol. 1999. "Producción de semillas de frijol en Centro América; experiencias y planteamientos para el futuro". Memoria taller regional de semillas. Costa Rica. 145 p.
- Quintero, E. 2000. "Monografía del manejo agrotécnico del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). UCLV. Cuba.
- Razek, A. 1984. "Effect of Arispon on the yield of Tomato on soil and water. Research Institute Agricultural". Research Carter Republic of Egipto. 6 p.
- Rojas, J. 1997. Ensayo de evaluación de 15 líneas de frijol para altas temperaturas en Pucallpa. Tesis para optar título profesional de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto-Perú. 52 p.
- Rengifo, C. 1999. "Recomendaciones técnicas y paquetes tecnológicos de los cultivos de frejol, caupí, soya y maní en San Martín". UNSM – Tarapoto. 17 p.
- Schafer, P. y Habot, H. 1970. "Leguminosas de grano". Informe sobre fertilización. Boletín informativo. 20 p.
- Soto, J. y Aguilera, M. 1983. "Distancia de siembra entre surco en frejol (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Boliviana de Investigación. 20 p.
- Valladolid, A. 1999. "Producción de leguminosas de grano para exportación" Serie manual técnico N° 02/99 Pro menestras. Chiclayo-Perú.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Respuesta del rendimiento y de los componentes de la arquitectura de la planta de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) en función a la densidad de siembra”, tuvo como objetivos: Estudiar la respuesta del rendimiento y de los componentes de la arquitectura de la planta en función a la densidad de siembra y Determinar el análisis económico de los tratamientos. Se realizó entre los meses de Febrero y Mayo del 2012 en el Fundo Miraflores de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial de 2 x 5, con 3 bloques y 10 tratamientos. Siendo el Factor A = Variedades de Frejol (Panamito rojo y pardo) y el Factor B = Densidad de siembra (b1 = 15 cm x 60 cm, b2 = 20 cm x 60 cm, b3 = 25 cm x 60 cm, b4 = 30 cm x 60 cm y b5 = 35 cm x 60 cm). Las variables que se evaluaron fueron: Porcentaje de emergencia, Ramas laterales por planta, Nudos por rama lateral, Nudos en tallo principal, Nudos por metro cuadrado, Longitud de entrenudos en tallo principal, Altura de planta, Peso de 100 semillas, Rendimiento por metro cuadrado y Análisis económico.

Las conclusiones más relevantes fueron que la variedad panamito rojo superó estadísticamente en promedio al panamito pardo en rendimiento en g.m<sup>2</sup>, rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup> y peso de 100 semillas. Las variables rendimiento en g.m<sup>2</sup>, el rendimiento en kg.ha<sup>-1</sup>, número de nudos.m<sup>2</sup> y longitud de entrenudos en tallo principal, determinaron respuestas lineales positivas en función al incremento de la densidad de plantas. Los tratamientos que arrojaron índices de B/C superiores a 1 fueron el T1, T2, T3, T4, T6, T7 y T8. Siendo el tratamiento T3 (133 333 plantas.ha<sup>-1</sup> PR) que arrojó el valor más alto de la relación B/C con 1,26, definiendo una rentabilidad de 25,93%.

**Palabras claves:** densidad de siembra, arquitectura de la planta de frejol.

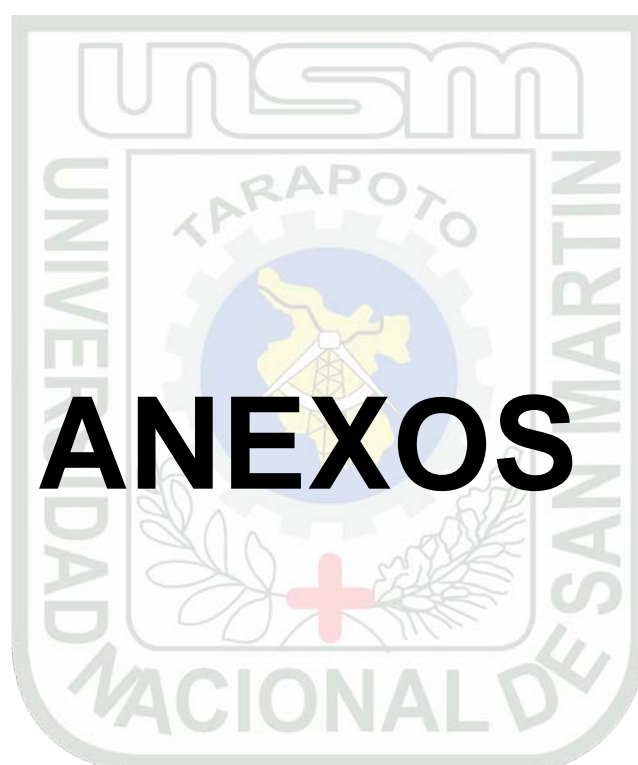


## SUMMARY

This research paper entitled "Response of yield and components of the architecture of the bean plant (*Phaseolus vulgaris* L.) According to plant density", had as objectives: To study the response of yield and components of plant architecture according to the density and determine the economic analysis of the treatments. Was conducted between February and May 2012 in the Fundo Miraflores de la Universidad Nacional de San Martin - Tarapoto. Design We used a randomized complete block with a factorial arrangement of 2 x 5, with 3 blocks and 10 treatments. Being the Factor A = bean varieties (Panamito red and brown) and Factor B = Seeding (b1 = 15 cm x 60 cm, b2 = 20 cm x 60 cm, b3 = 25 cm x 60 cm, b4 = 30 cm x 60 cm and b5 = 35 cm x 60 cm). The variables evaluated were: Percentage of emergency, lateral branches per plant, nodes per lateral branch, Knots on main stem nodes per square meter, length of internodes on main stem, plant height, 100-seed weight, yield per meter square and economic Analysis.

The most significant findings were that the variety panamito was statistically averaged red to brown in panamito g.m<sup>2</sup> performance, performance kg.ha<sup>-1</sup> and weight of 100 seeds. G.m<sup>2</sup> performance variables, performance kg.ha<sup>-1</sup>, nudos.m<sup>2</sup> number and length of internodes in the main stem, determined based positive linear responses to increasing plant density. Treatments that threw rates B / C greater than 1 were the T1, T2, T3, T4, T6, T7 and T8. As T3 treatment (133,333 plants.ha<sup>-1</sup> PR) that yielded the highest value of the B/C with 1.26, defining a 25.93% return

**Keywords:** density, architecture bean plant



# ANEXOS

### Anexo 3: Tratamiento y combinaciones de los niveles

		a1					a2				
		b1	b2	b3	b4	b5	b1	b2	b3	b4	b5
BLOQ	TTOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
	I	11	12	13	14	15	16	17	18	19	110
	II	21	22	23	24	25	26	27	28	29	210
	III	31	32	33	34	35	36	37	38	39	310

Diseño de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial de 2 x 5, con 3 bloques y 10 tratamientos, donde:

a1 = Panamito rojo

a2 = Panamito pardo

b1 = 15 cm x 60 cm = 222 222 plantas/ha

b2 = 20 cm x 60 cm = 166 666 plantas/ha

b3 = 25 cm x 60 cm = 133 333 plantas/ha

b4 = 30 cm x 60 cm = 111 111 plantas/ha

b5 = 35 cm x 60 cm = 95 238 plantas/ha

#### Anexo 4: Datos de campo

Ttos.	Bloques	FACTOR A	FACTOR B	Rdto. g/m <sup>2</sup>	N° ramas laterales/ planta	N° nudos/rama lateral	N° de nudos en tallo principal	N° de nudos/m <sup>2</sup>	Peso de 100 semillas (g)
1	1	1	1	174,73	4,75	3,21	8,89	675,85	22,00
	2	1	1	173,53	4,43	3,25	8,82	650,09	20,78
	3	1	1	168,70	4,64	3,25	8,96	673,12	21,87
2	1	1	2	161,13	4,88	3,22	8,96	592,17	21,53
	2	1	2	164,82	4,38	3,15	8,75	541,13	21,20
	3	1	2	160,51	4,75	3,28	8,79	584,88	21,13
3	1	1	3	149,61	4,95	3,35	8,95	510,65	21,37
	2	1	3	162,21	4,45	3,45	8,60	479,05	21,47
	3	1	3	156,95	4,85	3,40	8,70	503,80	21,97
4	1	1	4	125,13	4,88	3,50	8,88	415,36	21,45
	2	1	4	120,16	5,13	3,44	9,00	426,36	22,13
	3	1	4	121,32	4,81	3,50	8,94	412,40	20,99
5	1	1	5	102,16	5,33	3,67	9,00	342,73	21,36
	2	1	5	97,72	5,00	3,67	8,75	325,20	20,83
	3	1	5	94,24	4,92	3,42	9,00	309,92	21,33
6	1	2	1	157,13	4,86	3,04	8,96	664,56	19,24
	2	2	1	152,22	4,50	2,96	8,82	619,92	20,53
	3	2	1	164,06	4,57	3,11	8,79	644,08	19,76
7	1	2	2	154,12	4,79	3,13	9,00	575,82	19,60
	2	2	2	160,63	4,46	3,25	8,83	559,80	20,00
	3	2	2	167,24	5,00	3,17	8,96	595,44	19,88
8	1	2	3	151,10	5,00	3,40	9,00	520,00	20,07
	2	2	3	142,51	4,25	3,20	8,80	448,00	19,93
	3	2	3	149,11	4,85	3,45	9,00	514,65	20,24
9	1	2	4	118,65	5,13	3,56	9,00	436,20	19,67
	2	2	4	120,37	4,25	3,50	8,63	376,08	19,31
	3	2	4	123,22	4,69	3,56	8,75	407,14	20,13
10	1	2	5	95,29	5,25	3,75	8,92	343,29	20,20
	2	2	5	88,54	4,58	3,75	8,58	309,06	20,08
	3	2	5	91,30	5,17	3,83	8,75	342,61	19,55

## Anexo 5: Datos de campo

Ttos.	Bloques	FACTOR A	FACTOR B	Long. de entrenudos en tallo principal (cm)	Altura de planta (cm)	% de emergencia	Rdto. en kg.ha <sup>-1</sup>	Promedio de Rdto/tratamiento
1	1	1	1	4,46	59,73	94,05	1643,34	1657,64
	2	1	1	4,63	58,50	95,24	1652,70	
	3	1	1	4,92	59,82	99,40	1676,88	
2	1	1	2	4,25	62,34	96,21	1550,23	1560,35
	2	1	2	3,98	57,33	97,73	1610,79	
	3	1	2	4,10	58,85	94,70	1520,03	
3	1	1	3	3,50	61,26	95,37	1426,83	1519,58
	2	1	3	4,05	55,69	97,22	1577,01	
	3	1	3	4,27	59,03	99,07	1554,90	
4	1	1	4	3,45	56,37	97,62	1221,52	1192,99
	2	1	4	3,74	54,16	96,43	1158,70	
	3	1	4	3,22	58,00	98,81	1198,76	
5	1	1	5	3,20	59,91	93,06	950,70	920,90
	2	1	5	3,13	53,33	91,67	895,80	
	3	1	5	3,27	58,61	97,22	916,20	
6	1	2	1	4,73	59,76	93,45	1468,38	1522,10
	2	2	1	4,39	59,82	97,02	1476,84	
	3	2	1	5,07	59,57	98,81	1621,08	
7	1	2	2	4,11	60,22	92,42	1424,38	1538,65
	2	2	2	3,56	58,51	97,73	1569,84	
	3	2	2	4,00	58,46	96,97	1621,73	
8	1	2	3	3,53	59,36	92,59	1399,03	1398,43
	2	2	3	4,00	57,08	93,52	1332,75	
	3	2	3	3,36	61,24	98,15	1463,51	
9	1	2	4	3,36	55,53	95,24	1130,02	1174,20
	2	2	4	3,19	56,07	97,62	1175,05	
	3	2	4	3,38	54,72	98,81	1217,54	
10	1	2	5	2,94	56,88	94,44	899,92	882,77
	2	2	5	3,23	56,15	97,22	860,79	
	3	2	5	3,22	57,97	97,22	887,62	
							1336,76	445,59

## Anexo 6: Detalle del experimento

### Campo experimental:

Largo	:	17, 50 m
Ancho	:	14,00 m
Área total	:	245, 00 m <sup>2</sup>
Área neta	:	144,00 m <sup>2</sup>
Área de caminos	:	101,00 m <sup>2</sup>
Nº de bloques	:	3,00
Nº de parcelas	:	30,00

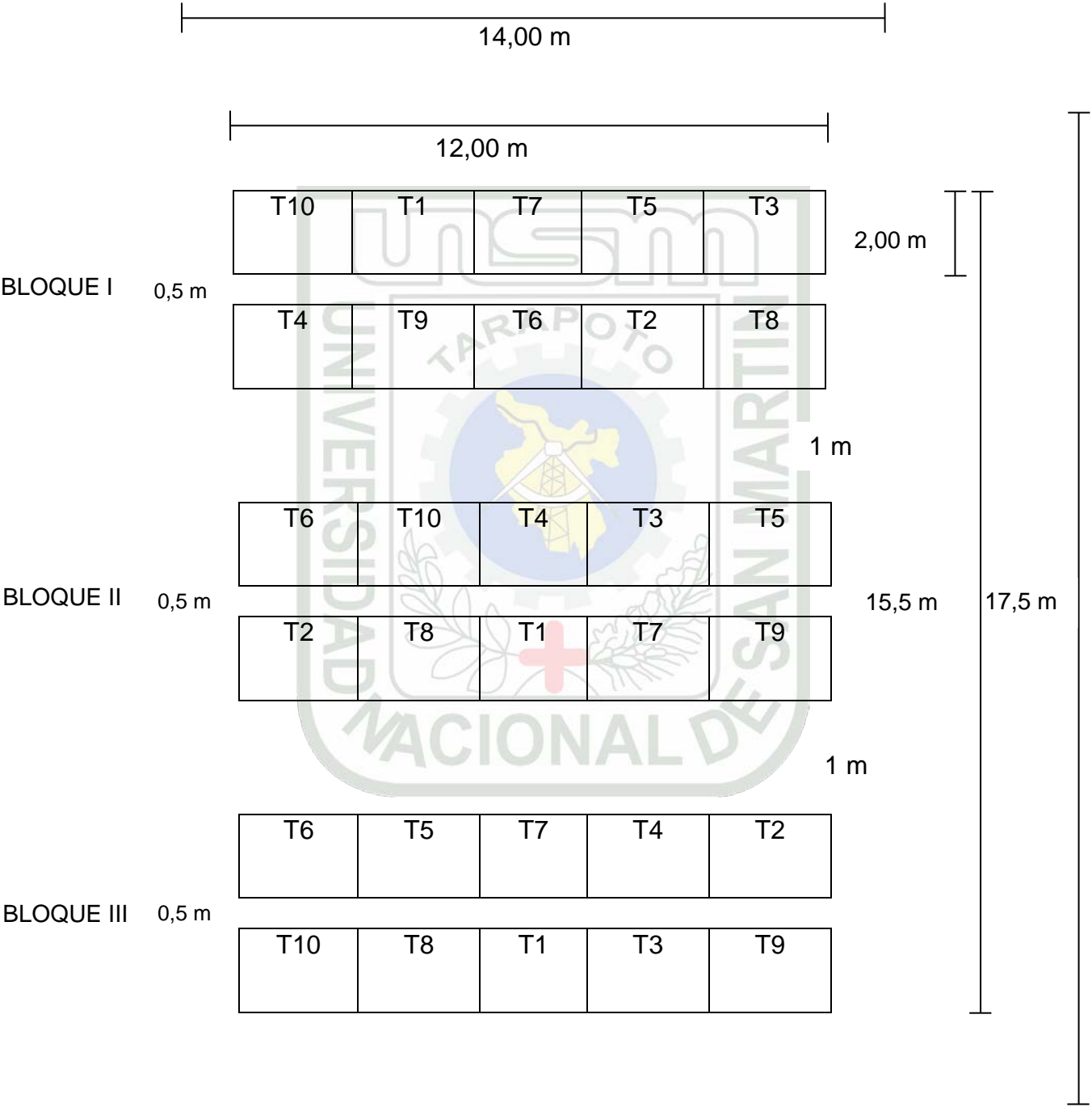
### Bloques o repeticiones

Número de bloques	:	3,00
Largo	:	24,00 m
Ancho	:	2,00 m
Área total/Bloque	:	48,00 m <sup>2</sup>
Nº de parcelas/bloque	:	10,00
Separación/bloques	:	1,00 m

### Unidad experimental

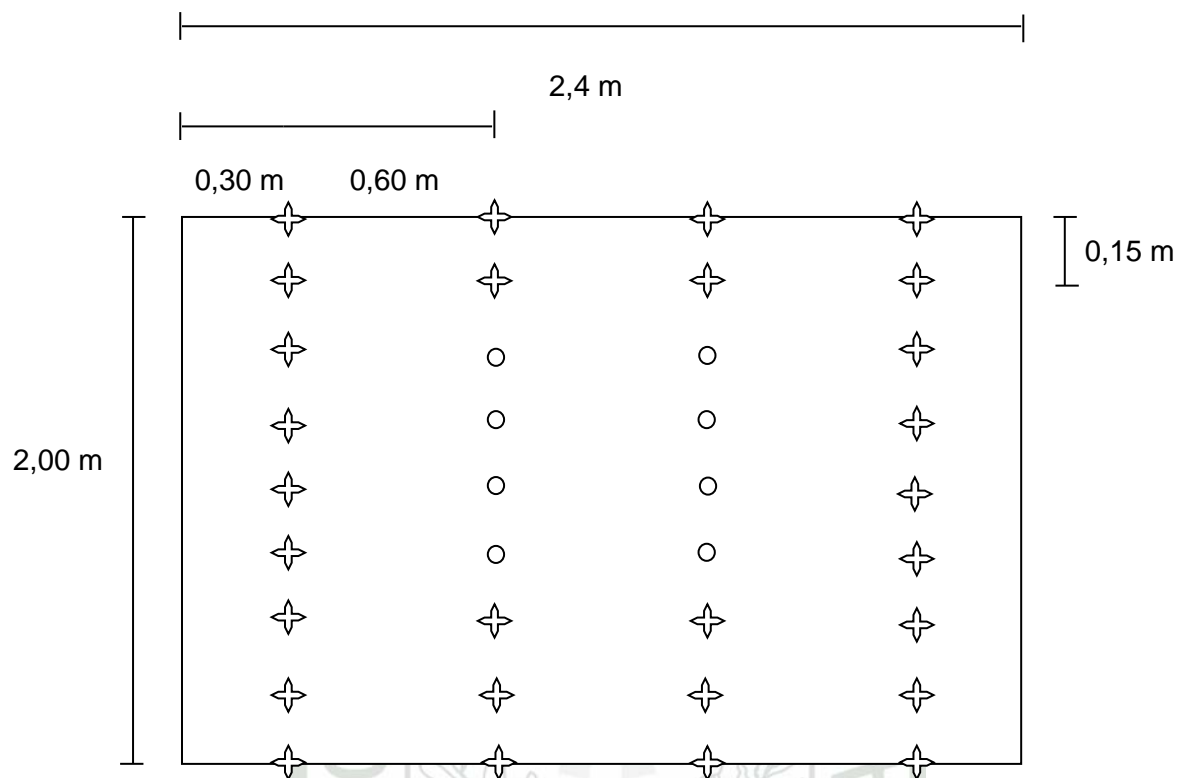
Largo	:	2,40 m
Ancho	:	2,00 m
Área total/parcela	:	4,80 m <sup>2</sup>
Área neta/parcela	:	1,00 m <sup>2</sup>
Distancia entre hileras	:	0,60 m
Distancia entre golpes	:	0,15 m; 0,20 m; 0,25 m; 0,30 m y 0,35 m
Nº de hileras/parcela	:	4,00
Nº de golpes/hilera	:	14, 11, 9, 7 y 6

Anexo 7: Croquis del campo experimental



## Anexo 8: Croquis de la parcela experimental T1 y T6

Densidad de siembra:  $b1 = 15 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} = 222\,222 \text{ plantas.ha}^{-1}$



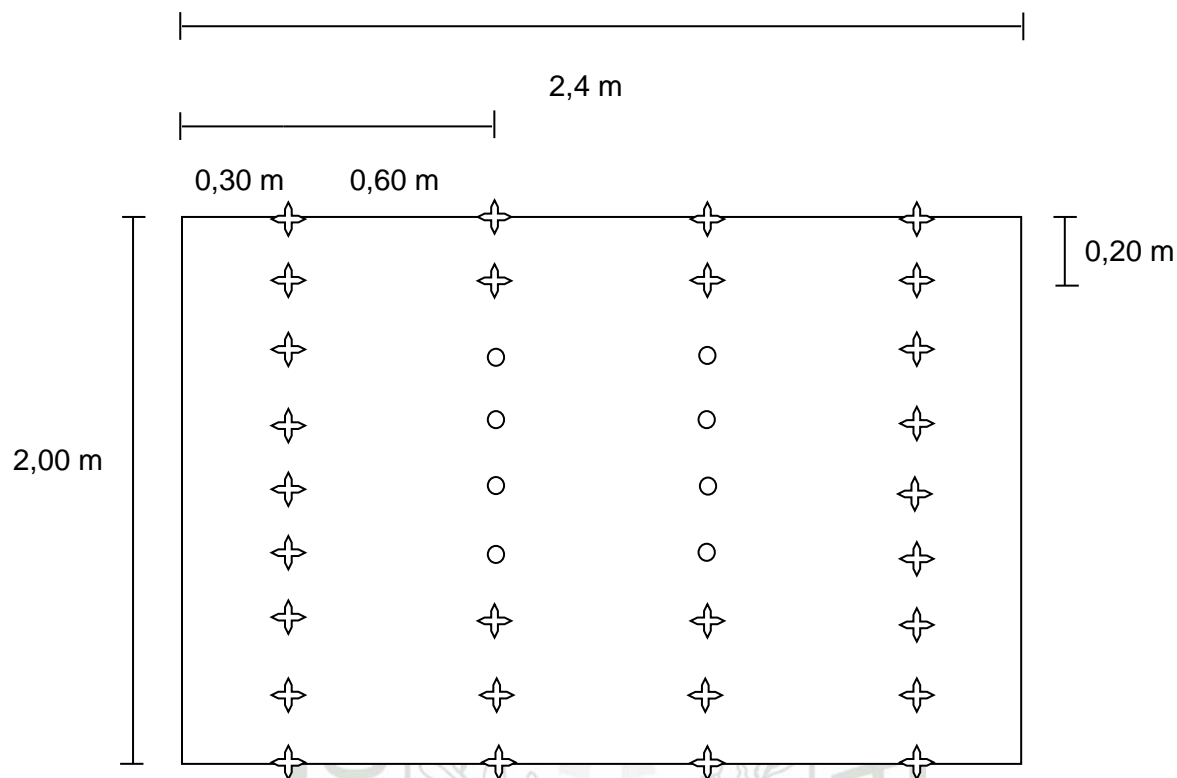
### LEYENDA:

Largo de la unidad experimental	: 2,40 m
Ancho de la unidad experimental	: 2,00 m
Área de la unidad experimental	: 4,8 m <sup>2</sup>
Distancia entre hileras	: 0,60 m
Distancia entre plantas	: 0,15 m
Nº de golpes por hilera	: 14,00
Nº de plantas por golpe	: 2,00
Plantas de borde	: ✚ ✚ ✚
Plantas evaluadas/m <sup>2</sup>	: ○ ○ ○



### Anexo 9: Croquis de la parcela experimental T2 y T7

Densidad de siembra b2 = 20 cm x 60 cm = 166 666 plantas.ha<sup>-1</sup>



#### LEYENDA:

Largo de la unidad experimental : 2,40 m

Ancho de la unidad experimental : 2,00 m

Área de la unidad experimental : 4,8 m<sup>2</sup>

Distancia entre hileras : 0,60 m

Distancia entre plantas : 0,20 m

Nº de golpes por hilera : 11,00

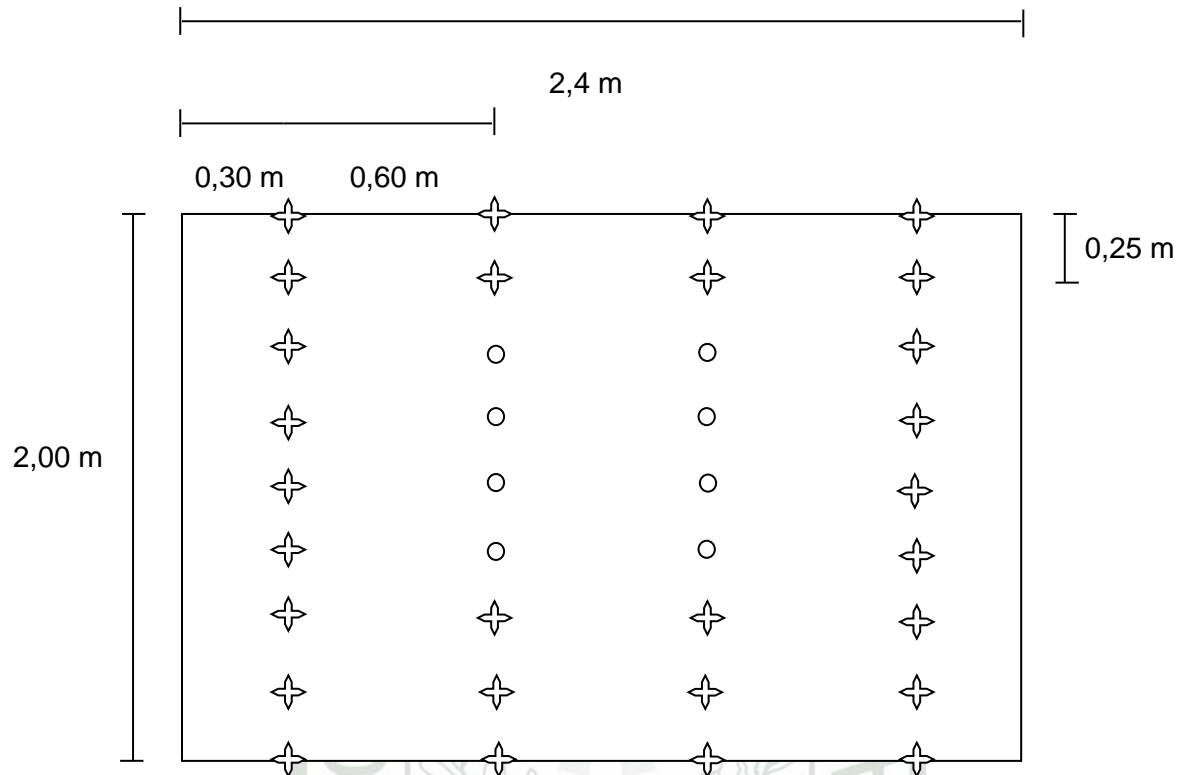
Nº de plantas por golpe : 2,00

Plantas de borde : ✚ ✚ ✚

Plantas evaluadas/m<sup>2</sup> : ○ ○ ○

## Anexo 10: Croquis de la parcela experimental T3 y T8

Densidad de siembra b3 = 25 cm x 60 cm = 133 333 plantas.ha<sup>-1</sup>



### LEYENDA:

Largo de la unidad experimental : 2,40 m

Ancho de la unidad experimental : 2,00 m

Área de la unidad experimental : 4,8 m<sup>2</sup>

Distancia entre hileras : 0,60 m

Distancia entre plantas : 0,25 m

Nº de golpes por hilera : 9,00

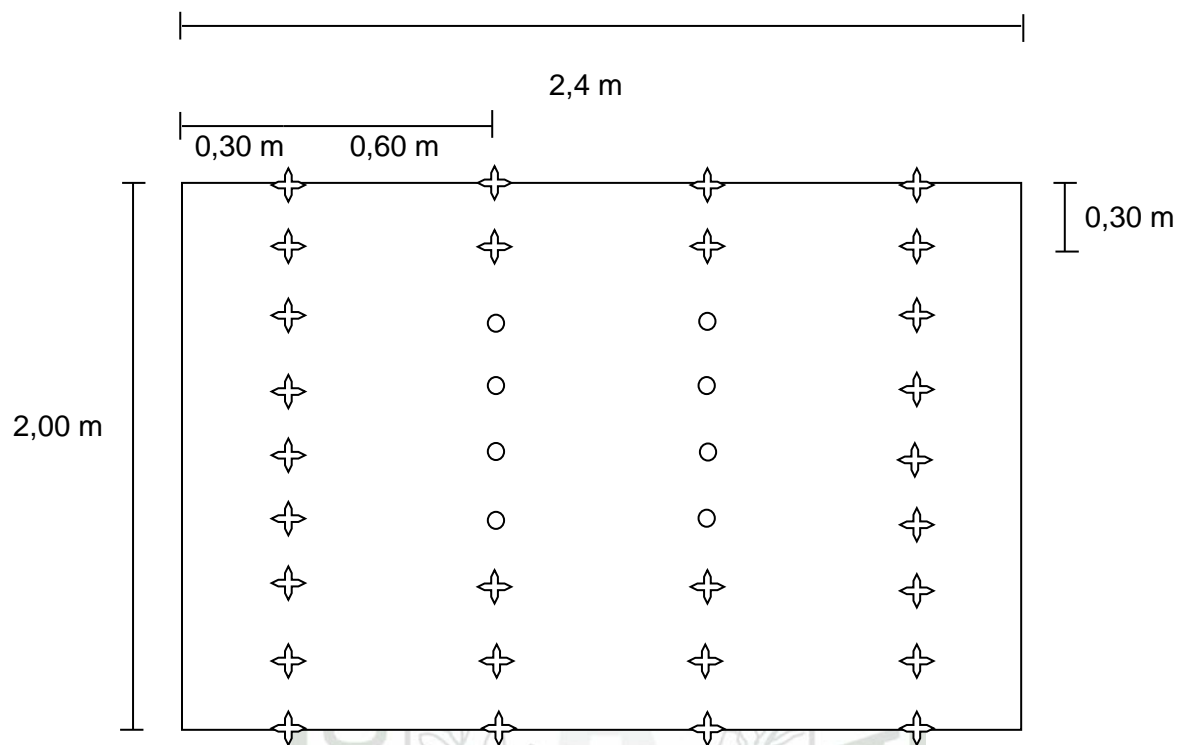
Nº de plantas por golpe : 2,00

Plantas de borde : + + +

Plantas evaluadas/m<sup>2</sup> : o o o

## Anexo 11: Croquis de la parcela experimental T4 y T9

Densidad de siembra b4 = 30 cm x 60 cm = 111 111 plantas.ha<sup>-1</sup>



### LEYENDA:

Largo de la unidad experimental : 2,40 m

Ancho de la unidad experimental : 2,00 m

Área de la unidad experimental : 4,8 m<sup>2</sup>

Distancia entre hileras : 0,60 m

Distancia entre plantas : 0,30 m

Nº de golpes por hilera : 7,00

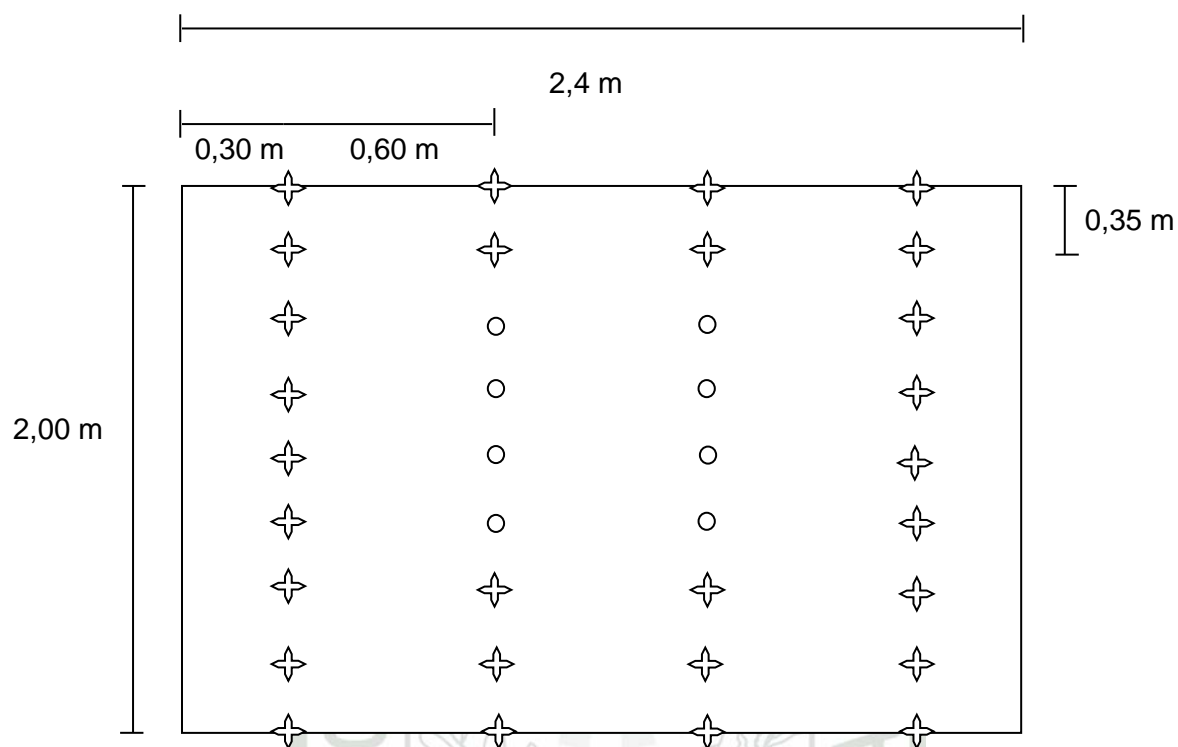
Nº de plantas por golpe : 2,00

Plantas de borde :

Plantas evaluadas/m<sup>2</sup> :

## Anexo 12: Croquis de la parcela experimental T5 y T10

Densidad de siembra b5 = 35 cm x 60 cm = 95 238 plantas.ha<sup>-1</sup>



### LEYENDA:

Largo de la unidad experimental : 2,40 m

Ancho de la unidad experimental : 2,00 m


Área de la unidad experimental : 4,8 m<sup>2</sup>

Distancia entre hileras : 0,60 m

Distancia entre plantas : 0,35 m

Nº de golpes por hilera : 6,00

Nº de plantas por golpe : 2,00

Plantas de borde :   

Plantas evaluadas/m<sup>2</sup> :   

### Anexo 1: Costo de producción para 1 ha de frejol panamito

ACTIVIDAD	Unidad	T1			T2			T3			T4			T5		
		Cant.	Precio Unit. S/.	TOTAL S/.	Cant.	Precio Unit. S/.	TOTAL S/.	Cant.	Precio Unit. S/.	TOTAL S/.	Cant.	Precio Unit. S/.	TOTAL S/.	Cant.	Precio Unit. S/.	TOTAL S/.
<b>1. Materiales y herramientas</b>				<b>313,50</b>			<b>311,50</b>			<b>310,50</b>			<b>303,50</b>			<b>298,50</b>
Machetes	Unidad	2	12	24,00	2	12	24,00	2	12	24,00	2	12	24,00	2	12	24,00
Palanas rectas	Unidad	2	35	70,00	2	35	70,00	2	35	70,00	2	35	70,00	2	35	70,00
sacos	Unidad	34	1	34,00	32	1	32,00	31	1	31,00	24	1	24,00	19	1	19,00
Huatopa	Unidad	2	1	2,00	2	1	2,00	2	1	2,00	2	1	2,00	2	1	2,00
Bomba mochila	Unidad	1	180	180,00	1	180	180,00	1	180	180,00	1	180	180,00	1	180	180,00
Rafia	kg	0,5	7	3,50	0,5	7	3,50	0,5	7	3,50	0,5	7	3,50	0,5	7	3,50
<b>2. Preparación del terreno</b>				<b>820,00</b>			<b>820,00</b>			<b>820,00</b>			<b>820,00</b>			<b>820,00</b>
Chaleo y shunteo	Jornal	10	20	200,00	10	20	200,00	10	20	200,00	10	20	200,00	10	20	200,00
Quema y Alineamiento	Jornal	3	20	60,00	3	20	60,00	3	20	60,00	3	20	60,00	3	20	60,00
Removido del suelo	Hora/maq	8	70	560,00	8	70	560,00	8	70	560,00	8	70	560,00	8	70	560,00
<b>3. Labores Culturales</b>				<b>1353,15</b>			<b>1291,21</b>			<b>1230,39</b>			<b>1143,86</b>			<b>1058,42</b>
Desinfección	Jornal	1	20	20,00	1	20	20,00	1	20	20,00	1	20	20,00	1	20	20,00
Siembra	Jornal	10	20	200,00	9	20	180,00	7	20	140,00	6	20	120,00	4	20	80,00
Deshierbo manual (3)	Jornal	30	20	600,00	30	20	600,00	30	20	600,00	30	20	600,00	30	20	600,00
Desahije	Jornal	5	20	100,00	5	20	100,00	4	20	80,00	3	20	60,00	3	20	60,00
Control fitosanitario (2)	Jornal	2	20	40,00	2	20	40,00	2	20	40,00	2	20	40,00	2	20	40,00
<b>Cosecha</b>																
Arrancado o siega	Jornal	8	20	160,00	7	20	140,00	7	20	140,00	6	20	120,00	5	20	100,00
Desgranado	Jornal	5	20	100,00	4	20	80,00	4	20	80,00	3	20	60,00	2	20	40,00
Ventilado	Jornal	3	20	60,00	3	20	60,00	3	20	60,00	3	20	60,00	3	20	60,00
Empaque	Jornal	2	20	40,00	2	20	40,00	2	20	40,00	2	20	40,00	2	20	40,00
Transporte y comercio	Tn	<b>1,65764</b>	20	33,15	<b>1,56035</b>	20	31,21	<b>1,51958</b>	20	30,39	<b>1,19299</b>	20	23,86	<b>0,92090</b>	20	18,42
<b>4. Insumos</b>				<b>615,00</b>			<b>429,50</b>			<b>384,00</b>			<b>338,50</b>			<b>293,00</b>
Semilla seleccionada	kg	90	4	315,00	77	3,5	269,50	64	3,5	224,00	51	3,5	178,50	38	3,5	133,00
clorpirifos	kg	20	7	140,00	20	7	140,00	20	7	140,00	20	7	140,00	20	7	140,00
flutolanil + captan	kg	0,2	150	30,00	0,2	150	30,00	0,2	150	30,00	0,2	150	30,00	0,2	150	30,00
tiametoxam + lambdacyhalotrina	l	0,25	200	50,00	0,25	200	50,00	0,25	200	50,00	0,25	200	50,00	0,25	200	50,00
azoxystrobin	40 g	2	40	80,00	2	40	80,00	2	40	80,00	2	40	80,00	2	40	80,00
<b>5. Servicios de terceros</b>				<b>220,00</b>			<b>220,00</b>			<b>220,00</b>			<b>220,00</b>			<b>220,00</b>
Análisis de suelo	Unidad	3	50	150,00	3	50	150,00	3	50	150,00	3	50	150,00	3	50	150,00
Transporte materiales e insumos	Unidad	2	35	70,00	2	35	70,00	2	35	70,00	2	35	70,00	2	35	70,00
<b>6. Costo Social</b>		<b>68</b>	<b>20</b>	<b>707,20</b>	<b>65</b>	<b>20</b>	<b>676,00</b>	<b>63</b>	<b>20</b>	<b>655,20</b>	<b>59</b>	<b>20</b>	<b>613,60</b>	<b>56</b>	<b>20</b>	<b>582,40</b>

<b>COSTO TOTAL</b>				<b>4028,85</b>			<b>3748,21</b>			<b>3620,09</b>			<b>3439,46</b>			<b>3272,32</b>
--------------------	--	--	--	----------------	--	--	----------------	--	--	----------------	--	--	----------------	--	--	----------------

## Anexo 2: Costo de producción para 1 ha de frejol panamito

ACTIVIDAD	Unidad	T6			T7			T8			T9			T10		
		Cant.	Precio Unit. S/.	TOTAL S/.	Cant.	Precio Unit. S/.	TOTAL S/.	Cant.	Precio Unit. S/.	TOTAL S/.	Cant.	Precio Unit. S/.	TOTAL S/.	Cant.	Precio Unit. S/.	TOTAL S/.
<b>1. Materiales y herramientas</b>				<b>310,50</b>			<b>310,50</b>			<b>307,50</b>			<b>302,50</b>			<b>297,50</b>
Machetes	Unidad	2	12	24,00	2	12	24,00	2	12	24,00	2	12	24,00	2	12	24,00
Palanas rectas	Unidad	2	35	70,00	2	35	70,00	2	35	70,00	2	35	70,00	2	35	70,00
sacos	Unidad	31	1	31,00	31	1	31,00	28	1	28,00	23	1	23,00	18	1	18,00
Huatopa	Unidad	2	1	2,00	2	1	2,00	2	1	2,00	2	1	2,00	2	1	2,00
Bomba mochila	Unidad	1	180	180,00	1	180	180,00	1	180	180,00	1	180	180,00	1	180	180,00
Rafia	kg	0,5	7	3,50	0,5	7	3,50	0,5	7	3,50	0,5	7	3,50	0,5	7	3,50
<b>2. Preparación del terreno</b>				<b>820,00</b>			<b>820,00</b>			<b>820,00</b>			<b>820,00</b>			<b>820,00</b>
Chaleo y shunteo	Jornal	10	20	200,00	10	20	200,00	10	20	200,00	10	20	200,00	10	20	200,00
Quema y Alineamiento	Jornal	3	20	60,00	3	20	60,00	3	20	60,00	3	20	60,00	3	20	60,00
Removido del suelo	Hora/maq	8	70	560,00	8	70	560,00	8	70	560,00	8	70	560,00	8	70	560,00
<b>3. Labores Culturales</b>				<b>1310,44</b>			<b>1290,77</b>			<b>1187,97</b>			<b>1143,48</b>			<b>1057,66</b>
Desinfección	Jornal	1	20	20,00	1	20	20,00	1	20	20,00	1	20	20,00	1	20	20,00
Siembra	Jornal	10	20	200,00	9	20	180,00	7	20	140,00	6	20	120,00	4	20	80,00
Deshierbo manual (3)	Jornal	30	20	600,00	30	20	600,00	30	20	600,00	30	20	600,00	30	20	600,00
Desahije	Jornal	5	20	100,00	5	20	100,00	4	20	80,00	3	20	60,00	3	20	60,00
Control fitosanitario (2)	Jornal	2	20	40,00	2	20	40,00	2	20	40,00	2	20	40,00	2	20	40,00
<b>Cosecha</b>																
Arrancado o siega	Jornal	7	20	140,00	7	20	140,00	6	20	120,00	6	20	120,00	5	20	100,00
Desgranado	Jornal	4	20	80,00	4	20	80,00	3	20	60,00	3	20	60,00	2	20	40,00
Ventilado	Jornal	3	20	60,00	3	20	60,00	3	20	60,00	3	20	60,00	3	20	60,00
Empaque	Jornal	2	20	40,00	2	20	40,00	2	20	40,00	2	20	40,00	2	20	40,00
Transporte y comercio	Tn	<b>1,52210</b>	20	30,44	<b>1,53865</b>	20	30,77	<b>1,39843</b>	20	27,97	<b>1,17420</b>	20	23,48	<b>0,88277</b>	20	17,66
<b>4. Insumos</b>				<b>590,50</b>			<b>548,50</b>			<b>510,00</b>			<b>468,00</b>			<b>426,00</b>
Semilla seleccionada	kg	83	3,5	290,50	71	3,5	248,50	60	3,5	210,00	48	3,5	168,00	36	3,5	126,00
clorpirifos	kg	20	7	140,00	20	7	140,00	20	7	140,00	20	7	140,00	20	7	140,00
flutolanil + captan	kg	0,2	150	30,00	0,2	150	30,00	0,2	150	30,00	0,2	150	30,00	0,2	150	30,00
tiametoxam + lambdacyhalotrina	l	0,25	200	50,00	0,25	200	50,00	0,25	200	50,00	0,25	200	50,00	0,25	200	50,00
azoxystrobin	40 g	2	40	80,00	2	40	80,00	2	40	80,00	2	40	80,00	2	40	80,00
<b>5. Servicios de terceros</b>				<b>220,00</b>			<b>220,00</b>			<b>220,00</b>			<b>220,00</b>			<b>220,00</b>
Análisis de suelo	Unidad	3	50	150,00	3	50	150,00	3	50	150,00	3	50	150,00	3	50	150,00
Transporte materiales e insumos	Unidad	2	35	70,00	2	35	70,00	2	35	70,00	2	35	70,00	2	35	70,00

6. Costo Social		66	20	686,40	65	20	676,00	61	20	634,40	59	20	613,60	56	20	582,40
COSTO TOTAL				3937,84			3865,77			3679,87			3567,58			3403,56

